



Evaluation de la taxe sur le carbone au Sénégal

Rapport final

Dr Fatou Cissé, Dr Baran Doda, Pr François Joseph Cabral, Dr Samuel Maxime
Coly, Ernst Kunemann, & Anastasia Steinlein

Citation suggérée : Cissé, F., Doda, B., Cabral, F.J., Coly SM., Kunemann, E., & Steinlein, A. (2023) Evaluation de la taxe sur le carbone au Sénégal. Rapport final. Berlin: adelphi consult GmbH

Editeur : adelphi consult GmbH
Alt-Moabit 91
10559 Berlin
+49 (030) 8900068-0
office@adelphi.de
www.adelphi.de

Auteurs : Dr Fatou Cissé*, Dr Baran Doda**, Pr François Joseph Cabral*, Dr Samuel Maxime Coly*, Ernst Kunemann**, Anastasia Steinlein**

* Consortium de recherche économique et sociale (CRES)

** adelphi

Auteurs correspondants : Dr Baran Doda (doda@adelphi.de)
Dr Fatou Cissé (fcisse@cres-sn.org)

Mise en page : adelphi

Crédits image : JuergenPM - pixabay.com

Remerciements : Nous tenons à remercier la Banque Ouest-Africaine de Développement (BOAD), la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable du Sénégal (MEDD) et le Comité National sur le Changement Climatique (COMNACC) pour leur soutien.

Date : 0707 2023

© 2023 adelphi

Evaluation de la taxe sur le carbone au Sénégal

Rapport final

Dr Fatou Cissé*, Dr Baran Doda**, Pr François Joseph Cabral*, Dr Samuel Maxime Coly*, Ernst Kunemann**, & Anastasia Steinlein** (2023)

* Consortium de recherche économique et sociale (CRES)

** adelphi

adelphi

adelphi est un think tank indépendant de premier plan et un cabinet de conseil en politique publique sur le climat, l'environnement et le développement. Notre mission est d'améliorer la gouvernance mondiale par la recherche, le dialogue et la consultation. Nous offrons des services sur mesure et axés sur la demande en matière de développement durable, en aidant les gouvernements, les organisations internationales, les entreprises et les organisations à but non lucratif à concevoir des stratégies pour relever les défis mondiaux.

Notre personnel, composé d'environ 250 personnes, fournit des recherches interdisciplinaires de haute qualité, des analyses et des conseils en matière de politique stratégique, ainsi que des conseils aux entreprises. Nous facilitons le dialogue politique et proposons des formations aux institutions publiques et aux entreprises du monde entier, contribuant ainsi à renforcer les capacités en vue d'un changement transformateur. Depuis 2001, nous avons mené à bien plus de 800 projets dans le monde entier. Notre travail couvre les domaines clés suivants : **Climat, énergie, ressources, économie verte, entreprises durables, finance verte, paix et sécurité, coopération internationale et transformation urbaine.**

Les partenariats sont essentiels à la façon dont nous travaillons chez adelfi. En forgeant des alliances avec des individus et des organisations, nous contribuons à renforcer la gouvernance mondiale et à promouvoir ainsi le changement transformateur, la gestion durable des ressources et la résilience. adelfi est une organisation fondée sur des valeurs, avec une culture informelle basée sur l'excellence, la confiance et la coopération. La durabilité est le fondement de notre conduite interne et externe. Nos activités sont neutres sur le plan climatique et nous disposons d'un système de gestion environnementale certifié.

Auteurs d'adelphi

Dr Baran Doda

Ernst Kuneman

Anastasia Steinlein

<https://www.adelphi.de/en>

Berlin, septembre 2022

CRES

Le **Consortium de recherche économique et sociale (CRES)** est un think tank indépendant créé en 2004 par un groupe d'enseignants et de chercheurs de diverses disciplines (économie, sociologie, droit et méthodes quantitatives) de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD). Sa mission est de répondre aux besoins de la demande africaine de compétences de haut niveau sur les questions de politiques nationale et régionale et les grands programmes de développement en cours.

Le CRES mène des activités dans les domaines suivants : (i) production de preuves basées sur la recherche pour soutenir la conception des politiques telle que l'évaluation des impacts des politiques publiques ; (iii) développement de modules de formation ; (iv) organisation d'événements scientifiques ; (v) publication des résultats de recherche. Les principaux domaines de recherche de l'équipe de recherche du CRES sont l'agriculture, l'éducation, la santé, le développement local, les politiques fiscales, l'innovation, la croissance et la distribution.

La méthodologie de recherche du CRES combine diverses approches d'évaluation pour répondre aux questions de recherche. Elles vont de l'approche qualitative à l'approche quantitative d'une part et de l'économétrie, des modèles d'équilibre partiel aux modèles d'équilibre général calculable, etc. Les chercheurs du CRES ont par ailleurs accumulé une grande expérience de l'influence des politiques et du renforcement des capacités en matière de recherche et de gestion des politiques et des institutions.

Auteurs de CRES

Dr Fatou Cissé

Pr François Joseph Cabral

Dr Samuel Maxime Coly

<https://www.cres-sn.org/>

Dakar, septembre 2022

Résumé à l'intention des décideurs

En décembre 2020, le gouvernement du Sénégal a soumis sa Contribution Déterminée au niveau National (CDN) dans le cadre de l'Accord de Paris, dans lequel il s'engage à atteindre un objectif de réduction des émissions de GES de 5 % et 7 % respectivement d'ici 2025 et 2030. L'introduction d'un instrument de tarification carbone offre un potentiel important pour atteindre ces objectifs, y compris dans le secteur émergent du pétrole et du gaz, en envoyant un signal prix clair et fort aux émetteurs. Le Sénégal suivrait ainsi la voie de nombreux pays qui ont choisi la tarification carbone comme outil clé dans la lutte contre le réchauffement climatique, car elle constitue le moyen économiquement le plus efficace pour réduire les émissions de gaz à effets de serre.

Dans ce contexte, la Banque ouest-africaine de développement (BOAD) et la CCNUCC, par le biais de l'initiative CI-ACA et avec le soutien du gouvernement du Sénégal, ont publié une première enquête en 2019 afin de déterminer l'option de tarification du carbone la plus adaptée au contexte du Sénégal. Cette étude a révélé qu'une taxe sur le carbone, assortie de diverses options de recyclage des revenus, serait l'outil le plus efficace en raison notamment de son faible coût administratif, des options d'utilisation des revenus et du signal de prix direct transmis aux émetteurs. L'étude a montré par ailleurs la nécessité d'aligner la taxe carbone sur les besoins de l'économie et de l'adapter aux priorités de développement du pays.

La présente étude répond à ce besoin, en fournissant une évaluation de l'impact environnemental et économique d'une taxe carbone au Sénégal d'un point de vue qualitatif et quantitatif. Elle accorde une attention particulière aux conséquences sur les émissions de gaz, la distribution sectorielle, les populations, les finances publiques et la croissance économique. L'étude a été réalisée dans le cadre de trois axes de travail, à savoir une analyse qualitative, une évaluation quantitative de divers scénarios de taxe carbone et l'engagement auprès des parties prenantes. Deux ateliers de définition des scénarios de taxe carbone et de restitution des résultats préliminaires ainsi que plusieurs réunions bilatérales et multilatérales avec le gouvernement du Sénégal et d'autres parties prenantes dans le pays ont été organisés dans ce cadre.

L'étude qualitative révèle que la taxe sur le carbone présente de nombreuses opportunités mais aussi certains risques, ces derniers pouvant toutefois être minimisés par une bonne conception de la taxe carbone, fondée sur des consultations approfondies avec les secteurs et les citoyens concernés. Un avantage clé d'une taxe carbone par rapport à d'autres outils de tarification carbone est la clarté à long terme de la trajectoire du prix sur le carbone. Au moyen d'un signal de prix unique, la taxe carbone permet d'augmenter le coût de l'utilisation de biens, de services et de processus de production à forte intensité de carbone par rapport aux alternatives à faible intensité de carbone et crée ainsi les incitations nécessaires à la réduction des émissions. En outre, une taxe carbone génère des recettes qui peuvent être utilisées pour soutenir l'adoption et l'innovation de technologies et de processus à faible émission carbone dans les principaux secteurs émetteurs, pour financer des mesures d'atténuation supplémentaires dans les secteurs non couverts par la taxe carbone et pour réduire les inégalités en mettant en place des programmes pour les personnes les plus touchées par la taxe. Un avantage de la taxe carbone est la possibilité d'exempter le Sénégal de charges possibles résultant des politiques d'ajustement de carbone aux frontières qui pourraient être adoptées prochainement par certaines juridictions dont l'Union européenne.

Parmi les principaux risques relevés par l'étude figurent les exigences en matière d'information, la nécessité de renforcer les capacités institutionnelles et administratives et la rationalisation de la coordination entre les ministères et les organismes publics concernés et la possible opposition de la part de l'industrie et de la société. Afin de réduire les risques, les choix du gouvernement quant à l'assiette de la taxe, les exemptions et les exclusions de la taxe ainsi que les secteurs couverts sont déterminants. L'étude qualitative révèle qu'il est

préférable de se concentrer sur les secteurs clés, notamment les secteurs de l'énergie¹ et de la cimenterie.

L'étude quantitative a permis de comparer les effets sur les émissions de gaz² et les effets économiques de différents scénarios de taxes carbone selon leur conception. Les facteurs choisis pour déterminer les scénarios sont le niveau du prix carbone (entre 5 et 170 dollars par tonne de CO₂), l'évolution temporelle du prix du carbone (fixe ou croissant), les secteurs couverts (par exemple les secteurs de l'énergie et de la cimenterie) et la manière d'allouer les ressources collectées par la taxe carbone (augmentation des transferts publics versés aux ménages ou réduction de taxes sur la valeur ajoutée de différents produits).

Le premier enseignement tiré de la présente étude est que dans l'ensemble des scénarios, l'introduction d'une taxe carbone est efficace pour baisser les émissions CO₂. Plus le prix du carbone augmente, plus les réductions d'émissions sont importantes. Cependant, le gouvernement ne pourrait et ne devrait pas compter uniquement sur une taxe carbone pour réduire les émissions du Sénégal. Pour illustrer ce point, l'étude a calculé le taux constant de la taxe sur le carbone qui serait nécessaire dans les secteurs de l'énergie et du ciment pour réduire les émissions du pays conformément à l'objectif de la CDN de 5 % par rapport à 2030, et a trouvé que ce taux était de 170 dollars par tonne de CO₂. Il s'agit d'une taxe sur le carbone dont le montant est peu réaliste, aussi bien dans les pays avancés, que dans les pays en développement où les taxes sur le carbone sont rares et se situent en moyenne autour de 5 dollars par tonne de CO₂.

Dans tous les scénarios étudiés à l'exception du scénario de 170 dollars par tonne de CO₂, la taxe carbone a par ailleurs un impact faible sur le taux de croissance du PIB national. En effet, l'introduction d'une taxe carbone conduirait à une légère baisse de 0 à 0,15 point de pourcentage du PIB national par rapport au taux de croissance attendu de 13 % par an d'ici 2030. Les effets négatifs calculés sur le marché du travail, le bien-être des ménages, la valeur ajoutée sectorielle, et le commerce international sont également faibles dans l'ensemble des scénarios évalués, bien qu'il puisse y avoir quelques effets concentrés dans les secteurs directement couverts par la taxe. Ces effets peuvent être atténués par l'introduction d'un recyclage des recettes de la taxe carbone qui peut prendre la forme d'une augmentation des transferts publics versés aux ménages ou d'une réduction de taxes sur la valeur ajoutée de différents produits.

Enfin, l'impact fiscal d'une taxe carbone est positif quel que soit le scénario testé, ce qui permet de générer des ressources budgétaires. L'application d'une taxe carbone au Sénégal augmente les recettes du gouvernement et améliore les finances publiques pour chaque scénario. L'ampleur de cet effet dépend à la fois du niveau de la taxe et de la manière dont les recettes collectées sont réutilisées. Les gains de revenus et d'épargne publics issus de la taxe carbone sont plus importants lorsqu'une partie des recettes de la taxe est utilisée pour réduire le niveau initial de la TVA sur le gaz et l'électricité.

La présente étude a permis de développer sept recommandations, qui représentent le message principal à l'intention des décideurs publiques. Elles sont issues des résultats de la recherche conduite par l'équipe du projet, mais aussi des enseignements et des observations tirés des consultations avec le gouvernement du Sénégal et d'autres parties prenantes.

- 1. Construire et mettre en place une infrastructure de « suivi, notification, vérification » (SNV).** Le Sénégal peut demander le soutien des donateurs multilatéraux et bilatéraux afin de mettre en place une telle infrastructure, qui serait également bénéfique pour tous projets futurs de réductions d'émissions avec appui de bailleurs de fonds.

¹ Il s'agit des secteurs de l'électricité, du pétrole et du gaz.

² Mesurées en tonne de CO₂.

2. **Développer la capacité technique pour mener des études supplémentaires de modélisation à l'échelle de l'économie et des secteurs spécifiques.** La capacité à modéliser l'impact d'une taxe carbone sur les émissions et d'autres résultats d'intérêt peut être améliorée en adaptant les modèles existants ou en construisant de nouveaux pour mieux comprendre les secteurs clés tels que l'électricité, les déchets et les transports.
3. **La taxe carbone doit faire partie d'un portefeuille de politiques climatiques et énergétiques soigneusement élaborés.** Il est essentiel qu'une taxe carbone soit complétée par d'autres politiques de lutte contre le changement climatique, notamment le soutien aux investissements dans les technologies à faible émission de carbone, les incitations tarifaires ou réglementation dans les secteurs non couverts par la taxe carbone, des mesures qui renforcent la résilience et la capacité d'adaptation afin de minimiser les effets néfastes du changement climatique qui est déjà en cours.
4. **Les recettes collectées doivent être utilisées de manière à contribuer à la pérennité de l'instrument dans le temps sans en compromettre l'efficacité.** En soutenant par exemple l'accès des ménages les plus pauvres aux énergies propres ou en aidant les producteurs de ciment à adopter des processus de production à faible émission de carbone grâce aux recettes de la taxe carbone, on pourrait minimiser, voire éliminer tout risque de réduire l'efficacité d'une taxe carbone.
5. **Préparer et adopter un plan concret avec des étapes claires, afin de parvenir à un signal de prix du carbone unique et fort avec une large portée.** Il est essentiel d'éviter des révisions importantes une fois la taxe carbone annoncée afin de fournir un prix du carbone solide et crédible à long terme, qui sous-tend un grand nombre d'investissements à faible émission de carbone nécessaires pour réduire les émissions.
6. **Renforcer la coordination entre les ministères et les autres agences gouvernementales.** Tous les organismes publics concernés doivent être bien informés des objectifs et des mécanismes de la taxe carbone et de ses implications pour leurs mandats spécifiques.
7. **Développer très tôt une stratégie d'engagement et de communication avec les parties prenantes.** L'expérience internationale en matière de tarification du carbone suggère qu'une stratégie bien conçue d'engagement et de communication avec les parties prenantes peut contribuer très largement à la conception d'un instrument politique efficace et à la réduction de la résistance à une taxe carbone, voire à son soutien.

Table des matières

1	Contexte et aperçu du projet	10
2	Conception du projet et aperçu des activités des modules de travail	13
3	Conclusions de l'évaluation qualitative	20
3.1	Opportunités et risques d'une taxe carbone	24
3.2	Options de conception d'une taxe sur le carbone et aperçu de l'expérience internationale	27
3.3	Se concentrer sur les secteurs clés	30
3.3.1	Énergie – pétrole et gaz	30
3.3.2	Énergie – électricité	32
3.3.3	Ciment	34
3.3.4	Déchets	37
4	Méthodologie de l'évaluation des impacts de la tarification du carbone	39
4.1	Présentation simplifiée du modèle EGC	39
4.2	Données, paramétrage et structure de base de l'économie sénégalaise	41
4.2.1	Sources de données : la matrice de comptabilité sociale et les paramètres des fonctions de comportement des agents économiques	41
4.2.2	Structure de l'économie sénégalaise	41
4.2.3	Estimation des émissions de gaz	44
5	Résultats de l'évaluation quantitative	45
5.1	Description des scénarios	45
5.2	Aperçu des principaux résultats des scénarios évalués quantitativement	48
5.2.1	Impacts sur les émissions	48
5.2.2	Impacts économiques globaux	50
5.2.3	Impacts sur le PIB	54
5.2.4	Impacts sur la demande de travail	56
5.2.5	Impacts sur les échanges extérieurs	58
5.2.6	Impact fiscal	60
5.2.7	Impacts sur le bien-être	62
5.2.8	Impacts sectoriels	66
5.3	Discussion qualitative	72
6	Conclusions et prochaines étapes pour une taxe carbone au Sénégal	75
7	Bibliographie	79

8 Informations complémentaires	86
8.1 Détails concernant les réunions tenues dans le cadre du MT3	86
8.2 Tableaux avec informations complémentaires	91
8.3 Description du modèle CRES CGE	96

Liste des figures

Figure 1 : La tarification du carbone dans le monde	10
Figure 2 : Instruments de tarification du carbone considérés dans l'étude de phase 1	13
Figure 3: Aperçu des modules de travail	14
Figure 4 : Prix du carbone, couverture et revenus générés par les taxes sur le carbone	28
Figure 5 : Revenu du Gouvernement en millions de FCFA en 2030 (variation par rapport au scénario bau)	62

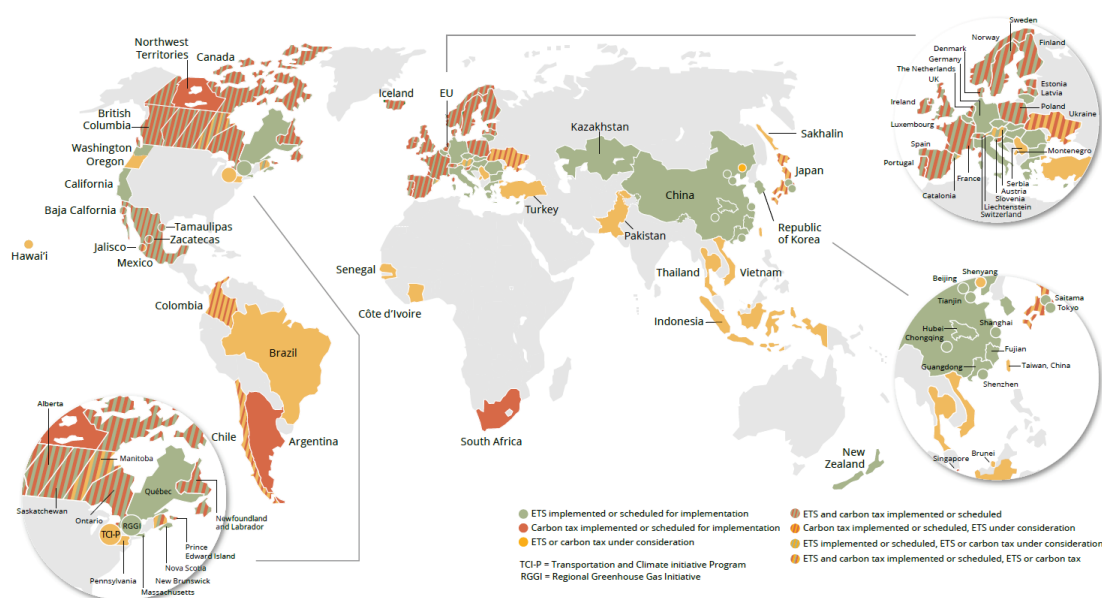
Liste des tableaux

Tableau 3-1 : Perspectives d'émissions par secteur en Gg CO ₂ e - CDN du Sénégal (2020)*	23
Tableau 4-1 : Structure de la consommation intermédiaire des branches énergétiques et du ciment	42
Tableau 4-2 : Structure des exportations et importations	43
Tableau 5-1 : Description des scénarios de politique de taxe carbone	46
Tableau 5-2 : Variation des émissions en kilo tonnes de CO ₂ et variation en point de pourcentage par rapport au scénario de base en 2023, 2025, 2030	49
Tableau 5-3a : Résultats de simulations en 2030. En pourcentage par rapport au scénario de référence.	52
Tableau 5-4 : Impacts sur le PIB en 2025 et 2030. Variation en % par rapport au BAU.	55
Tableau 5-5 : Taux de croissance du PIB en %. BAU et Simulations en 2025 et 2030.	56
Tableau 5-6 : Impacts sur l'emploi en 2030.* Variation en point de pourcentage par rapport au BAU.	58
Tableau 5-7 : Impacts sur le commerce extérieur en 2030. Variation en point de pourcentage par rapport au BAU	60
Tableau 5-8 : Impacts sur les finances publiques en 2030. Variation en point de pourcentage par rapport au BAU	61
Tableau 5-9 : Impacts sur le bien-être en 2030. Variation en point de pourcentage par rapport au BAU	63
Tableau 5-10 : Impacts sur le bien-être des catégories de ménages en 2030. Variation par rapport au BAU	65
Tableau 5-11 : Impacts sur la valeur ajoutée sectorielle, 2030. Variation en % par rapport au BAU	68
Tableau 5-12 : Impacts sur la demande de travail des secteurs de l'énergie et du ciment Variation en 2030 des types d'emploi* en %	69
Tableau 5-13a : Variation en 2030 des prix des exportations et importations de biens en % par rapport aux valeurs de base	70

1 Contexte et aperçu du projet

La tarification du carbone est devenue un outil reconnu dans le monde entier pour réaliser des réductions d'émissions de façon économique. Elle permet également de mener un processus de développement sobre en carbone. Elle est actuellement mise en œuvre dans des pays avancés (Allemagne) et dans des pays en développement (Colombie) par le biais d'échanges de droits d'émission (Royaume-Uni), de taxes sur le carbone (Afrique du Sud) ou même des deux (Norvège). De nombreuses autres pays, comme le Sénégal, envisagent de mettre en œuvre des initiatives de tarification du carbone dans les années à venir (Figure 1).

Figure 1 : La tarification du carbone dans le monde



Source : World Bank 2021b.

Le Sénégal, en tant qu'économie à revenu intermédiaire de la tranche inférieure à croissance rapide qui se classe parmi les premiers en termes de croissance du PIB au sein de la Communauté économique des États d'Afrique de l'Ouest (CEDEAO), est un centre d'affaires de premier plan. Il dispose d'infrastructures relativement développées, et est riche en ressources minérales. Ses objectifs de développement durable sont encadrés par le *Plan Sénégal Emergent (PSE)*³ et par la *Contribution Déterminée au Niveau National du Sénégal (CDNS)* (Republique du Sénégal 2020).⁴ Le démarrage prévu de la production d'hydrocarbures d'ici 2023 est un atout important dans ce contexte. Il est supposé contribuer à l'amélioration de la sécurité énergétique et de l'accès à l'énergie, ainsi qu'à la création de revenus et d'emplois. Cependant, son interaction avec la CDNS doit être soigneusement évaluée afin de ne pas compromettre les objectifs du Sénégal en matière d'émissions de gaz à effet de serre.

La tarification du carbone pourrait devenir un instrument clé à cet égard. En envoyant un signal de prix direct aux émetteurs, l'introduction d'un prix du carbone offre un potentiel important pour déclencher la réduction des émissions dans l'économie sénégalaise, y compris dans le secteur émergent du pétrole et du gaz. Elle peut par ailleurs orienter la transformation

³ Pour plus de détails sur le PSE, voir la [page web](#) dédiée par la Présidence du Sénégal.

⁴ Le CDNS a été soumis en décembre 2020 et peut être consulté sur la [page web](#) dédiée de la CCNUCC.

structurelle du pays vers une croissance à faible intensité de carbone générer des avantages connexes, notamment en termes de réduction de la pollution locale et de transfert de technologies à faible intensité de carbone. Par ailleurs, elle peut générer des recettes qui peuvent, en partie, financer d'autres mesures d'adaptation et d'atténuation, aidant ainsi le Gouvernement à atteindre ses objectifs climatiques formulés dans la CDNS. Toutefois, un instrument de tarification du carbone n'est pas sans risque. Une mise en œuvre réussie nécessite son acceptation par le public, un engagement politique et des capacités techniques. Un instrument bien conçu, assorti d'une feuille de route claire peut permettre de faire face à ces risques, en s'engageant auprès des parties prenantes locales, en étant sensible aux circonstances nationales et aux priorités de développement et en incluant des dispositions pour traiter les impacts négatifs potentiels sur les entreprises et les groupes de citoyens. Du reste, les besoins en informations de ce processus sont considérables.

C'est dans ce contexte que la Banque ouest-africaine de développement (BOAD) et la CCNUCC, par le biais de l'initiative CI-ACA, ont soutenu le Gouvernement du Sénégal dans l'évaluation de diverses options de tarification du carbone et dans le balisage des difficultés de terrain pour une mise en œuvre potentielle dans le futur. Sur la base d'une consultation approfondie des acteurs locaux, une évaluation précédente (ci-après l'étude de phase 1) a révélé qu'une taxe sur le carbone, assortie de diverses options de recyclage des revenus, a recueilli l'accord de toutes les parties prenantes face aux instruments alternatifs qui comprenaient l'échange de droits d'émission, un système de base et de crédit ou une réforme fiscale plus large.⁵ En effet, une taxe sur le carbone peut tirer parti de l'infrastructure fiscale existante et guider le Sénégal vers une voie de développement à faible émission de carbone et éviter ainsi la croissance future des émissions. Pour exploiter pleinement ce potentiel, la taxe carbone doit être alignée sur les besoins de l'économie et être adaptée aux priorités de développement du pays. Elle doit également anticiper les risques potentiels afin de minimiser leurs impacts négatifs.

C'est pour ces raisons que la présente étude s'appuie sur les conclusions de l'étude de phase 1 et fournit une évaluation de l'impact économique d'une taxe carbone au Sénégal d'un point de vue, à la fois, qualitatif et quantitatif, sur la base d'un engagement plus poussé avec les acteurs locaux.⁶ Elle accorde une attention particulière aux conséquences distributives de la taxe carbone, à son impact sur les secteurs clés et les groupes de citoyens ainsi que sur la compétitivité internationale. L'évaluation quantitative envisage des scénarios qui diffèrent selon :

- i) le niveau et la dynamique de la taxe carbone ;
- ii) l'assiette de la taxe carbone ;
- iii) et les hypothèses d'utilisation des recettes.

Ces scénarios sont le fruit d'une évaluation qualitative ; ils ont été élaborés en concertation avec les parties prenantes nationales et mis en œuvre par le biais d'un modèle d'équilibre général calculable (EGC) adapté, et fournissent l'analyse technique et la base de preuves pour les options de conception de la taxe carbone spécifiques au contexte sénégalais. Il s'agit de l'une des toutes premières évaluations détaillées d'une taxe carbone en Afrique et vise à soutenir les ministères impliqués pour faire progresser la tarification du carbone dans le pays.

Ainsi, le rapport est organisé comme suit : la section 2 décrit plus en détail les trois modules de travail (MT) interdépendants qui constituent l'ossature du projet. Plus précisément, le premier module comprend des recherches et des activités liées à l'évaluation qualitative d'une

⁵ L'étude de la phase 1 est disponible sur ce [lien](#).

⁶ Le projet actuel est complémentaire au projet pilote du Groupe de la Banque mondiale sur le [Protocole d'évaluation des mesures d'atténuation \(MAAP\)](#) en cours au Sénégal. Le projet pilote vise à évaluer l'état de préparation du pays à la tarification du carbone à l'aide d'une série d'indicateurs afin d'identifier les actions prioritaires pour développer le cadre institutionnel et l'infrastructure appropriés et informer les activités de renforcement des capacités pour la tarification du carbone et le développement du marché international du carbone. Le projet actuel et le pilote MAAP se dérouleront en parallèle. En outre, certaines activités de l'"[Alliance ouest-africaine sur les marchés du carbone et le financement du climat](#)" sont également complémentaires au projet actuel.

taxe carbone, tandis que le deuxième module se concentre sur la mise en œuvre de l'évaluation quantitative du projet. Le troisième module est intimement lié aux deux premiers modules et comprend toutes les activités relatives à l'engagement des parties prenantes. Les résultats de l'évaluation qualitative sont examinés dans la section 3 qui contient des détails supplémentaires sur les risques et les opportunités d'une taxe carbone dans le contexte économique du Sénégal et de la CDNS, sur la base de recherches documentaires. Cette section se concentre sur des secteurs et des activités spécifiques, et passe en revue les expériences internationales en matière de taxe carbone dans les pays en développement. La section 4 présente le modèle utilisé pour l'évaluation quantitative des impacts de la taxe carbone. Elle discute de l'architecture de base du modèle (Section 4.1), présente les données de base du modèle à savoir la matrice de comptabilité sociale et les paramètres des formes fonctionnelles (Section 4.2) et décrit la méthodologie pour estimer les émissions de gaz. La section 5 est consacrée principalement à l'évaluation quantitative. Elle commence par la section 5.1 qui décrit les scénarios qui ont été identifiés comme informatifs et pertinents lors des consultations et réunions du projet. Nombre d'entre eux ont été évalués de manière quantitative, et les résultats sont présentés dans la section 5.2. Dans la section 5.3, les scénarios impossibles à évaluer quantitativement sont analysés en tenant compte des résultats des sections précédentes. La section 6 énonce les principales conclusions du projet et fournit une feuille de route pour la mise en œuvre de la taxe carbone au Sénégal. La section 8 constitue l'annexe. Elle fournit des informations concernant les différentes réunions tenues tout au long du projet (Section 8.1), des statistiques complémentaires sur la structure de l'économie nationale (Section 8.2) et présente en détail le modèle EGC utilisé pour l'évaluation quantitative (section 8.3).

2 Conception du projet et aperçu des activités des modules de travail

L'objectif de ce projet est de soutenir le Gouvernement du Sénégal dans son intention d'introduire et de mettre en œuvre un instrument de tarification du carbone. Un travail initial substantiel à cette fin a déjà été entrepris dans le cadre de l'étude de phase 1, qui a examiné divers instruments de tarification du carbone en consultation avec les parties prenantes au Sénégal. Cette étude a révélé qu'une taxe sur le carbone est l'instrument privilégié (figure 2). En outre, l'étude de phase 1 a mis en évidence les avantages d'une taxe sur le carbone, tels que la possibilité de fournir un signal de prix direct aux émetteurs, des coûts administratifs relativement faibles, des possibilités d'extension du champ d'application, le potentiel d'atténuation supplémentaire par le financement d'activités d'atténuation et la possibilité de l'associer à d'autres instruments. Elle a également identifié certains défis dans la mise en œuvre, notamment la sensibilité politique autour des augmentations de prix, le développement d'un système de surveillance, notification et vérification (SNV) et l'apaisement des craintes des parties prenantes concernant les impacts économiques négatifs potentiels d'un prix du carbone. L'étude de phase 1 a révélé que la plupart de ces risques peuvent être écartés grâce à une élaboration concertée de la taxe sur le carbone et un recyclage ciblé des recettes générées.

Figure 2 : Instruments de tarification du carbone considérés dans l'étude de phase 1

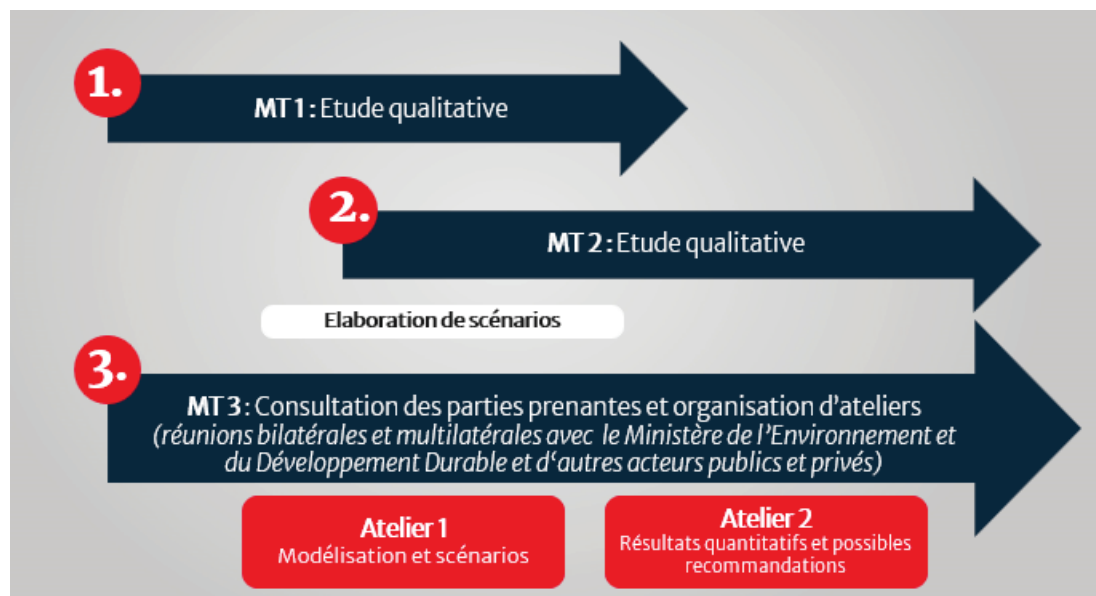
Instruments	Exploitation pétrolière	Production d'électricité	Industrie	Déchets solides	Déchets liquides
ETS avec Gestion des prix	5	6	5	3	4
ETS avec ou sans Crédit Carbone	6	8	6	2	5
Taxe Neutre	2	3	2	4	3
Taxe + avec ou sans recyclage des revenus	1	1	1	1	1
Taxe avec ou sans Crédit Carbone	3	1	3	4	2
Réformes fiscales	8	6	8	5	5
Syst Crédit Carbone National	4	4	4	5	4
Syst CC International Article 6	6	5	6	5	5

Note : 1 = meilleur, 10 = pire
Source : Élaboration propre

Source : Perspectives 2019

Dans le contexte sénégalais, cela nécessite l'identification des opportunités et des risques d'une taxe carbone et une analyse des implications des différentes options de conception de la taxe carbone et de recyclage des revenus, non seulement pour le PIB, l'emploi et la distribution des revenus, mais aussi pour la production et la consommation d'énergie et de ciment en particulier. Pour atteindre cet objectif, le projet actuel a été organisé autour de trois modules de travail interdépendants combinant une analyse qualitative (MT1) et une évaluation quantitative de divers scénarios de taxe carbone (MT2), soutenus par un engagement étendu des parties prenantes (MT3). Ils sont décrits plus en détail ci-dessous, la figure 3 illustrant les liens entre eux.

Figure 3: Aperçu des modules de travail



Source : Elaboration de l'auteur.

Module de travail 1 (MT1) : Évaluation qualitative d'une taxe sur le carbone

Sur la base de la littérature existante, de l'expérience internationale et des consultations des parties prenantes, le MT1 comprend l'examen et l'analyse du contexte économique pertinent pour la conception et la mise en œuvre de la taxe carbone au Sénégal. Il fournit une évaluation qualitative des risques et des opportunités liés à l'introduction d'une taxe sur le carbone, des principales caractéristiques de la conception d'une telle taxe et l'impact attendu sur les secteurs à forte intensité de carbone, en particulier l'énergie et le ciment. Pour mener à bien ces tâches, l'équipe du projet a associé les connaissances tirées de la revue documentaire sur la conception et sur la mise en œuvre des politiques de tarification du carbone à une évaluation approfondie des circonstances nationales et des objectifs de développement durable du Sénégal. Compte tenu de l'importance des circonstances et des contraintes économiques, politiques et sociales spécifiques au Sénégal pour cette évaluation qualitative, la recherche documentaire a été complétée par des consultations approfondies avec les parties prenantes locales.

Plus précisément, l'équipe du projet a cartographié les risques et les opportunités liés à l'introduction d'une taxe carbone au Sénégal pour soutenir la réalisation des objectifs du Sénégal décrits dans la CDNS et le PSE. Les principaux risques comprennent : les impacts négatifs sur le PIB du Sénégal et sa composition, les effets d'une taxe carbone sur la distribution, sur le marché du travail et sur la compétitivité, ainsi que les risques associés à l'adoption, à la mise en œuvre et à la collecte de la taxe. À l'inverse, les opportunités comprennent une augmentation des recettes publiques, des co-bénéfices tels que la réduction d'autres polluants locaux et une sécurité énergétique accrue, des incitations accrues pour les investissements à faible émission de carbone, un risque réduit d'investissements non-performants car à contre-courant des efforts de décarbonisation, des gains de productivité et des transferts de technologie, ainsi qu'un alignement international, notamment, face aux nouveaux mécanismes d'ajustement carbone aux frontières. Différentes options de conception concernant le champ d'application, la couverture sectorielle, les exemptions, la rigueur et les options de recyclage des recettes ont été étudiées en s'appuyant sur les expériences réalisées à ce jour dans les marchés émergents qui ont mis en œuvre une taxe

ou qui prévoient de le faire. L'équipe a également recueilli des données sur l'impact potentiel d'un prix du carbone sur les secteurs de l'énergie et du ciment et sur les mesures possibles pour minimiser le risque de fuite de carbone pour les secteurs à forte intensité énergétique et exposés au commerce, ce qui a nécessité un examen de la structure et des réglementations du marché, du potentiel de répercussion et de réduction, et des interactions politiques probables dans ces secteurs.

Les résultats de l'analyse qualitative sont présentés dans la section 3 et ont constitué la base de la série initiale de scénarios de taxe carbone présentés aux parties prenantes au Sénégal lors d'un atelier virtuel. Ces scénarios ont été affinés en tenant compte des échanges lors de l'atelier et à l'occasion de plusieurs réunions bilatérales avec les acteurs du Gouvernement et du secteur privé. La série finale de scénarios, qui a été évaluée quantitativement dans le deuxième module de travail, reflète non seulement le retour d'information reçu mais aussi la faisabilité, compte tenu des contraintes de données.

Module de travail 2 (MT2) : Évaluation quantitative d'une taxe sur le carbone

Le MT2 part d'un ensemble de scénarios développés dans le MT1 en utilisant les données et les commentaires recueillis lors des activités d'engagement des parties prenantes. Son objectif est de fournir une évaluation quantitative des scénarios de taxe carbone réalisables en utilisant un modèle CGE de l'économie sénégalaise adapté pour inclure les émissions. Il est basé sur la dernière génération de modèles construits par le CRES pour évaluer les conséquences macro et micro économiques de différentes politiques au Sénégal et dans d'autres pays de la CEDEAO. Par ailleurs, il fournit une description quantitative détaillée de l'ensemble de l'économie sénégalaise en tenant compte des interactions entre les secteurs, les marchés de produits, les agents économiques et les marchés de facteurs. En outre, il inclut les impacts sur différents horizons temporels, sur les secteurs individuels et sur les différents types de ménages. Il intègre à la fois les secteurs formel et informel. Le marché du travail est segmenté par niveau de qualification. Les externalités du capital public sont intégrées dans les fonctions de production des secteurs du marché. La modélisation du commerce extérieur intègre l'existence d'une demande d'exportation finie. En outre, le modèle intègre les instruments de taxation existants ainsi que différents types de transferts publics aux ménages et aux entreprises. Il est dynamique, récursif, comporte plusieurs secteurs et projette l'économie de 2020 à 2030. La section 4.1 fournit des détails supplémentaires concernant le modèle.

Dans un modèle EGC, la matrice de comptabilité sociale (MCS), fournit des informations initiales sur la structure et sur la composition de la production, sur la valeur ajoutée sectorielle et sur la répartition de la valeur ajoutée entre les facteurs de production et la composition des ménages et du Gouvernement. Ses éléments et sa structure ont été adaptés aux exigences spécifiques de l'étude. Par exemple, le secteur de l'énergie a été désagrégé par source, du côté de l'offre, (charbon, pétrole, gaz, hydro, solaire, autre). En outre, les émissions liées à la combustion et aux processus de divers secteurs et activités doivent être alignées sur les émissions dans le cadre d'un scénario de statu quo, tel que décrit dans la CDNS. Ce processus d'adaptation et d'alignement, qui nécessite beaucoup de données et de temps, a été réalisé dans le cadre du MT2. Ce module de travail a également mis en œuvre les scénarios développés, y compris le scénario de référence correspondant à la situation actuelle de l'économie sénégalaise, c'est-à-dire sans mise en œuvre d'une taxe carbone, ainsi qu'une multitude de scénarios de taxe carbone réalisables qui diffèrent par le niveau, par la dynamique et par les hypothèses d'utilisation des revenus.

Ces scénarios de référence et de taxe carbone sont décrits plus en détail dans la section 5.1, tandis que la section 5.2 présente une analyse comparative des différents scénarios. Elle explique les impacts macroéconomiques, notamment, les effets sur le PIB, sur la valeur ajoutée, sur l'investissement et l'emploi par secteur, sur le niveau et sur la composition du

commerce international et les recettes fiscales, ainsi que les impacts distributifs sur les groupes de ménages selon les niveaux de revenus. Enfin, la section 5.3 comprend une discussion qualitative des scénarios de taxe carbone qui ont été identifiés lors des activités d'engagement des parties prenantes pouvant être explorés plus avant mais dont la mise en œuvre quantitativement s'avère difficile, en raison de contraintes de données ou techniques, ce qui, malgré tout, a été fait. L'ensemble des résultats des sections 5.2 et 5.3 constitue la base des conclusions du projet et de la feuille de route pour la mise en œuvre de la taxe carbone dans la section 6.

Module de travail 3 (MT3) : Engagement des parties prenantes

L'objectif du MT3 est double. D'abord, il vise à adapter l'analyse technique du projet aux circonstances nationales et aux objectifs de développement durable du Sénégal. Cela permet de s'assurer que les résultats du projet répondent autant que possible aux besoins d'information des acteurs des secteurs public et privé qui sont les plus susceptibles d'être affectés par l'introduction d'une taxe carbone. Ensuite, il maximise l'impact des résultats des MT1 et MT2 sur la voie de l'introduction d'un prix du carbone au Sénégal. Ceci est possible car les résultats reflètent les perspectives des parties prenantes qui ont été consultées dans le processus. Pour atteindre ces objectifs, les activités du MT3 se sont appuyées sur un engagement continu à travers des réunions bilatérales et multilatérales ainsi que deux ateliers clés pour discuter et affiner les scénarios de taxe carbone et les résultats intermédiaires. Grâce au soutien substantiel et continu du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD), ces événements ont mis l'équipe du projet en contact avec le bureau du Président, les régulateurs, ainsi que les représentants des secteurs public et privé de l'énergie, du ciment et des déchets. Le reste de cette section donne un aperçu des réunions qui ont été cruciales pour l'évolution du projet. La section 6.1 offre plus de détails concernant les dates, les objectifs et les participants clés.

Événement de lancement

Bien que cela ne fasse pas partie du plan initial du MT3, des réunions bilatérales entre le MEDD et l'équipe du projet ont permis d'identifier la nécessité d'un événement de lancement pour présenter le projet aux parties prenantes impliquées dans les consultations dans le cadre de l'étude de phase 1. Cette réunion de deux heures s'est déroulée le 23.12.2020, de manière virtuelle, en raison des restrictions sanitaires liées à la pandémie. Elle a commencé par des remarques d'ouverture de la part du MEDD, de la CCNUCC et de la BOAD et par la présentation de l'équipe du projet composée du CRES et d'adelphi, suivie d'une présentation contextuelle par M. El Hadji Mbaye DIAGNE d'Afrique-Energie-Environnement et COMNACC sur les objectifs climatiques du Sénégal et les résultats de l'étude de la phase 1. Ensuite, le CRES et adelphi ont présenté la conception et la méthodologie du projet, suivies d'échanges animés avec des interventions de représentants du secteur pétrolier et gazier, du secteur des déchets, du secteur de l'électricité ainsi que de responsables du MEDD, de COMNACC, de la Banque Mondiale, de la BOAD et de la CCNUCC.

Le lancement a permis d'établir un contact avec les acteurs clés et d'apprécier leur réaction non seulement face à la taxe carbone, en tant qu'instrument de la politique climatique, mais aussi de s'exprimer sur la méthodologie du projet. Les participants ont prodigué des conseils, facilité l'accès à des réseaux locaux clés et ont fourni des données techniques lors d'une série de réunions bilatérales et multilatérales.

Atelier 1 : Développement des scénarios

L'atelier 1 sur le développement de scénarios s'est tenu dans un format virtuel le 30.03.2021 et a constitué une étape critique pour le projet. Son objectif principal était d'identifier un ensemble de questions auxquelles l'équipe du projet peut répondre en utilisant des outils quantitatifs et qualitatifs. Sur la base des discussions de l'événement de lancement et de plusieurs réunions bilatérales, ainsi que des résultats du MT1, l'équipe du projet a proposé un ensemble initial de scénarios vaguement définis qui pourraient intéresser les parties prenantes des secteurs public et privé. L'atelier lui-même, d'une durée de trois heures, a été conçu pour recueillir d'une part, les points de vue et les perspectives des parties prenantes et, d'autre part, pour affiner et élargir l'ensemble des scénarios.

L'atelier a commencé par des remarques d'ouverture du MEDD, de la CCNUCC et de la BOAD ainsi que de l'équipe du projet. La présentation de l'équipe du projet a ensuite porté sur les points suivants

- Les objectifs climatiques du Sénégal tels que décrits dans la CDNS qui a été publié après l'événement de lancement ;
- L'EGC en tant qu'outil de modélisation et les types de questions auxquelles il peut répondre ;
- Description de la série initiale de scénarios à discuter et à affiner, qui comprenait :
 - Scénario de référence ;
 - Scénario de taxe sur le carbone ;
 - Scénario de taxe carbone croissante ;
 - Scénario de taxe carbone et politiques complémentaires ;
 - Scénario de taxe carbone et réduction de la pauvreté ;
 - Scénario de taxe carbone et production à faible émission de carbone ;
 - Scénario de taxe carbone et électricité à faible teneur en carbone ;
 - Scénario de taxe carbone et taxes de distorsion plus faibles.

L'agenda a consacré un temps important aux échanges avec les participants. Les questions ont été nombreuses et l'équipe du projet y a répondu soit immédiatement ou lors de réunions de suivi et de courriels. Il y a eu un échange animé et constructif concernant la série initiale de scénarios. Il y a eu des interventions du secteur du pétrole et du gaz, du secteur des déchets, du secteur de l'électricité ainsi que des représentants du MEDD, du Ministère de l'Economie et des Finances, du Ministère du Pétrole et de l'Energie du Sénégal, du Ministère du Développement Industriel et des Petites et Moyennes Industries, de COMNACC, de la BOAD, de la Banque Mondiale et de la CCNUCC. En plus des questions et commentaires sur la méthodologie, les participants ont recommandé à l'équipe du projet :

- d'évaluer des scénarios avec une couverture sectorielle différente, notamment, en ce qui concerne le secteur des déchets ;
- d'évaluer les effets de la taxe carbone sur le mix de production d'électricité ;
- d'expliquer le rôle d'une taxe sur le carbone dans le contexte d'un pays en développement ;
- d'expliquer l'impact sur les objectifs de développement durable, notamment la pauvreté ;
- d'expliquer comment éviter la double imposition pour les secteurs industriels ;
- d'expliquer l'interaction avec les taxes et subventions existantes ;
- d'envisager d'autres utilisations des recettes, notamment, pour le financement des mesures d'adaptation et pour la réduction des émissions ou l'élimination du CO₂ dans les secteurs non couverts par la taxe ;
- d'examiner les implications des différents points de réglementation et des exemptions ainsi que l'utilisation de points de référence pour déterminer l'obligation fiscale ;
- et d'envisager la simulation de différents niveaux d'imposition, plus ou moins stricts que le scénario de la CDNS ;

Il a été possible d'intégrer bon nombre de ces commentaires à l'aide d'une modélisation quantitative, et les scénarios décrits et évalués dans les sections 5.1 et 5.2 ont été élaborés en prenant en compte ces commentaires. Cependant, il n'a pas été possible d'évaluer l'ensemble des commentaires de manière quantitative, en raison de l'indisponibilité des données ou des limites techniques de la modélisation EGC. La section 5.3 du présent rapport aborde ces commentaires de manière qualitative.

Atelier 2 : Résultats intermédiaires

L'atelier 2 sur les résultats intermédiaires s'est tenu dans un format hybride le 22 décembre 2021 et a constitué une autre étape importante du projet. L'atelier d'une durée de 4 heures a permis de présenter les résultats préliminaires du projet, en mettant l'accent sur les résultats quantitatifs obtenus par la simulation des scénarios développés.

La réunion a été présidée par le MEDD. Elle a été introduite par des mots de bienvenue de la part de la CCNUCC, d'adelphi, du MEDD et du CRES. Les propos introductifs ont permis de définir le contexte de l'étude sur la taxe carbone. Le CRES et adelphi ont ensuite présenté les résultats de l'analyse quantitative basée sur un ensemble de 13 scénarios regroupés sous trois catégories. Ces scénarios sont basés sur les discussions de l'atelier 1 du 30 mars 2021 et ont ensuite été affinés lors de réunions techniques avec les acteurs sénégalais et en tenant compte des limites des données et de la modélisation.

La suite de la réunion a été consacrée aux échanges entre les participants autour de deux thématiques : les résultats de l'analyse quantitative et les possibles recommandations issues de l'étude. Les débats ont été animés et constructifs, les participants ont soulevé de nombreuses observations et questions auxquelles a répondu l'équipe.

Au cours de la première discussion, les participants ont eu l'occasion de poser des questions sur l'analyse quantitative et les résultats qui ont été présentés, ainsi que de commenter les conclusions. En plus de questions sur la méthodologie, les recommandations principales ci-dessous ont été formulées :

- Des graphiques pourraient être utiles pour montrer les répercussions de la taxe sur les recettes publiques ;
- Le rapport devrait expliquer clairement le traitement des secteurs de l'électricité, du pétrole et du gaz, et des raffineries dans les différentes simulations ;
- Le rapport devrait aborder l'impact d'une taxe carbone sur le PIB, l'IPC et le prix des produits énergétiques, l'emploi, le bien-être et les résultats distributifs ;
- La diffusion du rapport auprès de toutes les parties prenantes est essentielle ;
- Il serait utile d'analyser comment une taxe carbone interagit avec les taxes existantes ;
- Il serait utile d'intégrer l'expérience internationale en matière de taxe carbone, par exemple en Afrique du Sud ;
- Envisager des études complémentaires sur le secteur des déchets, certaines options de recyclage des revenus et l'impact socio-politique seraient utiles.

Au cours de la deuxième discussion, les participants ont eu l'occasion d'échanger sur les possibles recommandations issues des résultats de l'étude. Les principaux points suivants ont été évoqués :

- L'adaptation aux impacts du changement climatique ainsi que l'atténuation doivent être prises en compte dans les études futures ;
- L'impact environnemental et social d'une taxe sur le carbone doit être pris en compte au même titre que les impacts économiques ;

- Des ajustements de carbone aux frontières sont en train d'émerger ou sont envisagés dans de nombreux pays avancés. L'instauration d'une taxe carbone au Sénégal pourrait exempter le pays de ces tarifs et lui permettre de conserver les recettes au niveau national ;
- La taxe carbone est un instrument important mais pas le seul. Une approche holistique combinant plusieurs instruments de politique climatique disponibles sera nécessaire pour atteindre les objectifs de la NDC.

Les recommandations et commentaires soulevés durant la discussion ont été par la suite intégrés dans les sections 5.3 et 6 du rapport final.

Réunions bilatérales et multilatérales

En plus de l'événement de lancement et des deux ateliers, l'équipe du projet a tenu de nombreuses réunions bilatérales et multilatérales avec les parties prenantes sénégalaises. La section 8.1 fournit une liste non exhaustive de ces réunions. Plus précisément, les réunions bilatérales ont été importantes pour renforcer le soutien au projet, assurer un flux continu d'informations sur l'avancement du projet, recueillir des informations techniques essentielles pour la modélisation et pour recevoir des retours d'information ou des commentaires spécifiques au secteur qui ne se prêtent pas à un échange dans le cadre de grandes réunions.

3 Conclusions de l'évaluation qualitative

Le Sénégal est un pays à revenu intermédiaire de la tranche inférieure qui a enregistré une croissance économique stable au cours des dernières années, oscillant entre 5,2 % et 7,4 % pendant la période 2014-2019 (World Bank 2021a), supérieure à la moyenne de la CEDEAO (AFDB 2021). La croissance économique est tombée à 1,5 %, en 2020 en raison de la pandémie de COVID-19, mais devrait rebondir en 2021 pour atteindre les niveaux observés récemment (IMF 2021). Le Sénégal s'est classé au 5^e rang pour le PIB par habitant (PPA) parmi les 15 membres de la CEDEAO en 2019, derrière le Cabo Verde, le Ghana, la Côte d'Ivoire et le Nigeria (World Bank 2021d).

Sur le plan national, le secteur des services a représenté environ la moitié du PIB en 2019 et près de 60 % de l'emploi. Avec environ 10 % du PIB, le tourisme s'est développé et est devenu un secteur de plus en plus important pour l'économie. L'industrie, au sens large, a représenté 24 % du PIB en 2019, ce qui constitue une augmentation modeste par rapport aux années précédentes et un potentiel de croissance future important. Compte tenu de la limitation des terres productives, le secteur agricole est de taille plus modeste, représentant 15 % du PIB, mais reste très important pour les exportations et pour l'emploi. Il offre ainsi des possibilités d'emploi à environ 30 % de la population active (World Bank 2021a) bien que la part de la population en âge de travailler qui dépend de l'agriculture soit beaucoup plus élevée, en raison de la prédominance de l'agriculture de subsistance (WFP 2018). Le Sénégal est riche en minéraux et en métaux précieux, avec un secteur minier en pleine expansion qui a soutenu les performances économiques du pays au cours des dernières années. Avec l'arrivée de la production de pétrole et de gaz, attendue en 2023, les revenus des industries extractives devraient encore augmenter. Outre la production d'hydrocarbures, les industries agroalimentaire, textile, minérale et chimique sont des secteurs de croissance stratégiques en termes de valeur ajoutée, d'emploi et de capacité (ISID & UNIDO n.d.). L'activité industrielle est concentrée dans la région de Dakar qui a vu, en 2018, l'ouverture de la zone économique spéciale intégrée de Dakar (DISEZ).

Malgré les bonnes performances économiques de ces dernières années, on estime qu'environ le tiers de la population sénégalaise vit toujours sous le seuil de pauvreté. Le renforcement du capital humain, l'augmentation de la création d'emplois, l'amélioration de la productivité, la lutte contre les coûts élevés de l'énergie, l'amélioration des infrastructures régionales et l'accès au financement sont des domaines clés pour soutenir la croissance dans les années à venir (World Bank 2021c; République du Senegal 2014). Conscient de ces défis, le Gouvernement a lancé, en 2012, son *Plan Sénégal Emergent* (PSE), qui définit un plan de croissance économique ambitieux avec pour objectif d'augmenter le niveau de vie et d'atteindre le statut de marché émergent d'ici 2035. Le PSE repose sur trois piliers majeurs : 1) la croissance économique grâce à des moteurs de croissance clés et une diversification économique axée sur l'inclusion sociale et un développement géographiquement équilibré, 2) la lutte contre les inégalités sociales et la pauvreté économique et 3) le renforcement de la gouvernance, de l'État de droit et de la sécurité (République du Senegal 2014). La feuille de route est rendue opérationnelle par des stratégies nationales de mise en œuvre telles que le *Plan d'Actions Prioritaires 2014-2018* et le *Sénégal numérique 2016-2025* qui identifient les secteurs prioritaires et ciblent les investissements publics intégrés dans le cadre budgétaire.

Situé à l'extrémité la plus occidentale de l'Afrique, le Sénégal occupe une position stratégique pour le commerce extérieur et interrégional. Conformément aux objectifs du Gouvernement, dans le cadre du PSE visant à étendre le rôle de Dakar en tant que centre commercial régional, il a récemment augmenté les investissements dans les infrastructures maritimes afin de renforcer la logistique et la capacité de transit (Oxford Business Group 2020). L'Europe est le principal partenaire commercial du Sénégal, tant pour les marchandises importées que pour les exportations, suivie par la Chine, l'Inde et les partenaires régionaux (principalement la

CEDEAO) (WTO 2019). Les exportations relativement diversifiées représentent près d'un quart du PIB et sont dominées par des produits de base tels que les métaux précieux (or), les minéraux et les produits agricoles, ainsi que par un commerce important de produits chimiques tels que l'acide phosphorique (OEC 2021). Le ciment, un secteur exportateur net au Sénégal, représentait 3 % du volume total des exportations en 2019, dont plus des 4/5 ont été exportés vers le Mali, suivi de la Gambie. Le Sénégal a connu des déficits commerciaux persistants au cours des dernières décennies, en raison des importations de produits industriels à forte valeur ajoutée tels que les machines et les équipements de transport, ainsi que des ressources énergétiques et de la forte exposition à la volatilité des prix du pétrole, ce qui a contribué à un déficit structurel de la balance courante, qui a atteint 9,5 % du PIB en 2019 (World Bank 2021a). Le déficit devrait se creuser temporairement d'ici à 2022, en raison de l'augmentation des investissements dans le secteur du pétrole et du gaz, puis se résorber par la suite, lorsque ces investissements porteront leurs fruits et que de nouvelles capacités de production seront mises en service, afin de stimuler les volumes d'exportation tout en réduisant les importations (nettes) (IMF 2019).

Politique fiscale et monétaire

Le Sénégal est un membre fondateur de l'Union économique et monétaire ouest-africaine (UEMOA), créée à Dakar en 1994 pour promouvoir l'intégration économique entre les pays de la CEDEAO (majoritairement francophones) de la région. L'Union douanière et monétaire favorise la convergence des politiques macroéconomiques, la création d'un marché commun et l'harmonisation des politiques (fiscales) nationales. La *Banque Centrale des États de l'Afrique de l'Ouest* (BCEAO) supervise la politique monétaire des huit États membres de l'UEMOA. Ses principaux objectifs sont de maintenir des niveaux d'inflation stables et l'arrimage du CFAC à l'euro. L'inflation a connu une légère hausse en 2020, mais devrait rester stable dans les années à venir (IMF 2021). L'Union monétaire et le taux de change fixe peuvent être pertinents pour l'introduction d'une taxe carbone au Sénégal. Les deux limitent le contrôle national sur la politique monétaire et le canal d'ajustement du taux de change nominal, qui pourrait autrement compenser certains des effets inflationnistes d'une taxe carbone. Dans le même temps, l'alignement économique et monétaire existant entre les États favorise la coopération transfrontalière et pourrait faciliter la diffusion des politiques de tarification du carbone à l'avenir.

La commission de l'UEMOA applique un plafond de déficit budgétaire de 3 % et un plafond d'endettement de 70 % du PIB. La dette agrégée dans la région UEMOA devrait rester inférieure à 50 % dans les années à venir, mais au Sénégal, elle devrait passer de 61 % en 2017 à 68 % en 2021, en grande partie sous l'effet d'une augmentation de la dette extérieure (à 55 % en 2021). Le Sénégal a respecté le plafond de déficit budgétaire la plupart des années, même si, comme la plupart des autres pays, il l'a dépassé en 2020 en raison d'un manque de recettes et du coût des mesures de redressement destinées à faire face aux impacts économiques de la pandémie de COVID-19 (IMF 2021). Avant la pandémie, le FMI avait estimé que le Sénégal présentait un faible risque de surendettement, tout en soulignant la nécessité d'un assainissement budgétaire (IMF 2019). D'importants investissements publics dans le cadre du PSE et des coûts supplémentaires pour assurer une reprise post-pandémie concurrencent les subventions à la consommation, à l'essence et à l'électricité dans un contexte de collecte limitée des recettes. La réduction de la charge fiscale des subventions à la consommation en raison des coûts élevés de production d'électricité, l'amélioration de l'administration fiscale et l'augmentation des investissements du secteur privé grâce à un meilleur accès au financement ont été identifiés comme des domaines clés pour l'assainissement budgétaire et pour une croissance économique soutenue (IMF 2019). Les recettes fiscales globales ont représenté 16 % du PIB en 2018 (World Bank 2021a). Les réformes fiscales précédentes ont amélioré la collecte des recettes au cours des dernières décennies (Ndiaye), tandis que les réformes en cours visant à élargir l'assiette fiscale et à numériser la collecte des recettes pourraient l'améliorer encore dans les années à venir (IMF 2021). Toutefois, l'octroi d'exonérations fiscales ad hoc et l'absence d'un taux d'imposition des

sociétés uniforme constituent des goulets d'étranglement qui devraient être traités en parallèle (IMF 2019).

Contribution Déterminée au Niveau National du Sénégal (CDNS)

Le Gouvernement a souligné l'importance de l'action climatique pour soutenir les objectifs de développement du pays, et les risques des impacts climatiques sur la réalisation des objectifs fixés dans le PSE. Sa CDNS, soumis à la CCNUCC en décembre 2020, s'appuie sur les plans de mise en œuvre du PSE et constitue une étape importante dans l'intégration de l'adaptation et de l'atténuation du climat, et de leurs co-bénéfices attendus, dans la stratégie nationale de développement plus large du pays. Les émissions nationales de gaz à effet de serre se sont élevées à 16 752 kilotonnes métriques (Kt) en 2010 et devraient plus que doubler pour atteindre 37 761 Kt d'ici 2030 dans le cadre d'un scénario BAU. Le Gouvernement du Sénégal s'est engagé à atteindre un objectif inconditionnel de réduction des émissions de GES de 5 % et 7 % par rapport au scénario BAU d'ici 2025 et 2030, respectivement (objectif CDN). Sous réserve du soutien international, les engagements de réduction pour les mêmes années cibles passent à 23 % et 29 % (objectif CDN+).

Le Tableau 3-1 ci-dessous résume la répartition des objectifs pour l'ensemble de l'économie entre les différents secteurs. Le secteur de l'énergie, qui comprend les émissions du secteur des transports, est le plus grand contributeur aux émissions du Sénégal, avec une part qui devrait passer à plus de 50 %, en 2022, en raison de l'augmentation de la demande d'énergie et des niveaux de production de pétrole et de gaz (Republique du Senegal 2020). Les émissions liées aux processus industriels devraient augmenter en parallèle, mais se stabiliser aux niveaux du scénario de base en 2025. L'agriculture est le deuxième secteur le plus émetteur. Ses émissions de référence augmenteront modérément vers 2030. Les émissions du secteur des déchets augmentent modérément, mais sa part globale des émissions devrait rester faible.

Tableau 3-1 : Perspectives d'émissions par secteur en Gg CO₂e - CDN du Sénégal (2020)*

Année d'inventaire Secteurs	<i>Émissions historiques</i>						<i>BAU</i>		<i>CDN</i>		<i>CDN+</i>	
	1994	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2025	2030	2025	2030
Énergie hors biomasse	3789	4663	5179	6165	10080	13060	19512	23927	18022 (7.6%)	21523 (10%)	12615 (35.3%)	14048 (41.2%)
Agriculture	2958	6279	6360	7354	8323	9111	9903	10600	9732 (1.72%)	10350 (2.36%)	9034 (8.76%)	9329 (11.98%)
Déchets	2226	2076	979	1821	2081	2081	2189	2575	1948 (10.99%)	2292 (11%)	759 (65.28%)	893 (65.28%)
Procédés industriels et Utilisation des Produits	345	302	541	1412	1986	3146	3953	3953	3953 (0.0%)	3953 (0.0%)	3792 (4,0%)	3631 (8.1%)
Émissions globales (sans absorptions de la foresterie)	9318	13298	13084	16752	21637	25404	32648	37761	30987 (5.09%)	35106 (7.03%)	24883 (23.78%)	26611 (29.53%)
Foresterie et terres	- 5997	-10555	-11434				-11573	-11511	-16967 (46.61%)	-16894 (46.77%)	-29328 (153.42%)	-29328 (154.79%)

Source : (Republique du Senegal 2020).

* Les chiffres indiqués dans le tableau regroupent des informations provenant de plusieurs tableaux différents du document source et sont arrondis au Gg d'émissions le plus proche. Comme dans la source, la somme des émissions des différents secteurs (lignes 1 à 4) n'est pas toujours égale aux chiffres globaux (ligne 5).

Atteindre les objectifs fixés dans la CNDS nécessitera un cadre politique à faible émission de carbone qui offre le droit à des incitations aux acteurs publics et privés pour aligner leurs décisions d'investissement avec la voie de décarbonisation du Sénégal. Plusieurs politiques favorisant l'adoption d'énergies propres ont déjà été introduites. Une loi sur les énergies renouvelables, en vigueur depuis 2010, a permis d'assurer l'accès au réseau pour les énergies renouvelables, de prévoir des exonérations fiscales (droits d'importation et TVA) pour l'achat d'équipements et de matériaux liés aux énergies renouvelables, d'introduire un certificat d'origine et de jeter les bases d'un système de tarifs de rachat (IEA 2021b). Le Gouvernement a adopté des lois sur l'efficacité énergétique, en 2008 et 2009, ainsi que celles des décrets ultérieurs qui fixent des normes d'efficacité énergétique dans les codes urbains, les codes de construction et les appareils électroménagers. Ces lois encouragent également un éclairage efficace et interdisent les ampoules à incandescence (Faye et al. 2021). Dans le secteur des transports, une taxe sur la consommation de carburant est en place, mais elle ne vise pas la teneur en carbone.

Malgré ces politiques, la réalisation des objectifs de la CDNS nécessitera des mesures supplémentaires. Compte tenu des ambitions de croissance du Sénégal et des vastes investissements nécessaires pour atteindre les objectifs de l'ESP, un signal de prix qui oriente les décisions d'investissement vers un développement à faible intensité de carbone et exclut les nouveaux investissements dans les infrastructures à forte intensité de carbone pourrait jouer un rôle important. Une taxe carbone bien conçue peut permettre d'atteindre cet objectif de manière rentable, et devenir un pilier autour duquel le cadre politique à faible émission de carbone du Sénégal pourrait être développé.

3.1. Opportunités et risques d'une taxe carbone

Une taxe sur le carbone constitue une solution élégante pour internaliser les coûts sociaux des émissions de GES en imposant un coût supplémentaire aux entités émettrices et en décentralisant les décisions de réduction au niveau de l'entreprise (Baranzini et al. 2017). En augmentant le coût de production des biens à forte intensité de carbone par rapport aux produits à faible teneur en carbone, un prix du carbone encourage la réduction des émissions non seulement au point de régulation mais aussi de la chaîne de valeur, puisque les coûts du carbone sont répercutés des producteurs aux consommateurs. Par conséquent, un prix du carbone génère une série d'incitations à la réduction des émissions, notamment, le changement de combustible, par exemple, le passage de la production d'électricité à partir du pétrole au gaz, l'amélioration de l'efficacité de la production, par exemple, le passage de l'évacuation des gaz au torchage dans les puits de pétrole et de gaz, les innovations dans le processus de production par le biais de la R&D, la substitution de matériaux, par exemple, du ciment au bois dans les bâtiments, et l'augmentation de la consommation de biens et de services à faible teneur en carbone (Acworth et al. 2020). Par conséquent, l'un des principaux avantages d'une taxe sur le carbone est qu'elle coordonne les actions des producteurs et des consommateurs au moyen d'un signal de prix unique (offrant donc la même incitation par tonne CO₂-eq à l'ensemble des mesures mobilisables), ce qui permet de réduire les émissions au coût le plus bas possible pour la société, à court et à long terme. En outre, la clarté à long terme de la trajectoire du prix du carbone - un avantage clé d'une taxe par rapport à un système d'échange de quotas d'émission - facilite la planification des investissements.

Une taxe carbone génère par ailleurs des recettes qui peuvent être utilisées pour soutenir l'adoption (ou l'innovation) de technologies et de processus à faible émission carbone dans les principaux secteurs émetteurs ou pour financer des mesures d'atténuation supplémentaires dans les secteurs non couverts par la taxe carbone. Il est communément admis que les taxes sur le carbone sont régressives, dans la mesure où elles font peser un lourd fardeau sur les pauvres, ce qui peut constituer un obstacle important à l'acceptation de

l'instrument par le public, en particulier dans les pays en développement (Klenert et al. 2018; Dorband et al. 2019). Cependant, les recettes perçues peuvent être utilisées pour réduire, ou éliminer, tout impact négatif, par exemple, par des transferts en espèces aux pauvres (Vogt-Schilb et al. 2019).

La réduction de la croissance des émissions et l'accélération de l'adoption des énergies propres sont également susceptibles de produire des co-bénéfices importants sous la forme d'une amélioration de la qualité de l'air due à la diminution des émissions de polluants corrélés et peuvent réduire les coûts des soins de santé. Les données disponibles suggèrent que ces avantages peuvent être importants (PARRY et al. 2015). En outre, la baisse de la consommation de combustibles fossiles déclenchée par la tarification du carbone peut renforcer la sécurité énergétique en réduisant la dépendance à l'égard des importations ou, dans le cas du Sénégal, en libérant la production nationale pour les exportations, lorsque l'activité du secteur pétrolier et gazier reprendra plus tard dans la décennie.

Cependant, il existe un autre aspect important à prendre en compte sur le plan international. Elle concerne le débat qui s'intensifie dans les juridictions ayant des politiques climatiques strictes autour des ajustements de carbone aux frontières pour les importations provenant de pays ayant des politiques climatiques moins strictes ou faibles. L'introduction d'une taxe carbone peut exempter le Sénégal de telles charges et faciliter davantage l'alignement des politiques avec les partenaires commerciaux. Elle permettrait également de conserver les recettes au niveau national pour financer les objectifs de la CDNS et du PSE. Elle pourrait aussi débloquer le soutien des donateurs bilatéraux ou multilatéraux en signalant l'engagement d'un programme national sérieux en matière de changement climatique (Edenhofer et al. 2021).

La mise en œuvre d'une taxe sur le carbone n'est toutefois pas exempte de défis. L'état de préparation à la tarification du carbone peut être évalué selon des perspectives politiques, juridiques, économiques, techniques et multilatérales (Doda et al. 2021). Une taxe peut se heurter à une résistance considérable de la part de l'industrie et de la société, et nécessite un engagement politique en dépit de la pression des groupes d'intérêt. L'acceptation de l'instrument par le public est donc essentielle à son succès. La transparence entourant la gouvernance de la taxe carbone, une feuille de route et une communication claire sur ses objectifs et son rôle dans le cadre de la stratégie de développement plus large, ainsi que l'adoption de dispositions conceptuelles qui reflètent les objectifs politiques nationaux tout en répondant aux préoccupations des parties prenantes, contribuent grandement à faciliter la mise en œuvre de l'instrument. Dans ce contexte, le présent projet apporte une contribution importante en fournissant des informations essentielles et impartiales pour une prise de décision éclairée concernant une taxe carbone au Sénégal.

Une fois qu'une taxe carbone est mise en place, l'effort de réduction des émissions est déclenché en proportion du niveau de la taxe, mais aussi en proportion à la capacité à réagir au signal de prix. Si une taxe carbone élevée et strictement appliquée peut, en principe, éliminer entièrement les émissions, elle nécessiterait un niveau d'effort extrêmement élevé, en particulier de la part des secteurs à forte intensité énergétique, et pourrait agir comme un choc négatif sur l'économie. Le prix du carbone se répercutant sur l'économie et imposant des coûts supplémentaires à l'industrie et aux consommateurs, il réduira la croissance économique dans les activités à forte intensité de combustibles fossiles et pourrait affecter de manière disproportionnée les ménages à faibles revenus. (Wang et al. 2016). Toutefois, l'ampleur de ces effets dépend largement du niveau et de la dynamique de la taxe. Selon la manière dont les recettes sont utilisées, les résultats distributifs régressifs peuvent être maîtrisés ou même rendus progressifs (Dorband et al. 2019). Les scénarios envisagés ci-dessous permettent d'évaluer l'ampleur de ces effets négatifs et de les mesurer dans un contexte d'équilibre général où d'autres activités, comme la production d'électricité renouvelable, se développent.

Par ailleurs, d'un point de vue technique, la mise en œuvre d'une taxe sur le carbone nécessite moins de ressources que celle d'un système d'échange de quotas, mais les exigences en matière d'information restent importantes. Une taxe est plus simple par sa conception, puisqu'il n'est pas nécessaire de disposer d'un registre des émissions qui enregistre les transactions de quotas dans un SCEQE. Elle peut être appliquée aux carburants (au lieu des émissions directes), ce qui permet d'utiliser les compétences et l'infrastructure institutionnelle existantes pour l'administration fiscale (PMR 2017). Toutefois, l'augmentation des taxes sur les carburants nécessitera toujours une capacité administrative supplémentaire, par exemple, parce qu'il faudra élaborer et appliquer des critères d'intensité de carbone différenciés dans les secteurs couverts par la taxe sur le carbone. Certaines juridictions peuvent en outre préférer appliquer une taxe carbone directe pour laquelle une infrastructure de surveillance, notification et vérification (SNV) doit être développée. D'autre part, les taxes sur le carbone comprennent souvent des mesures de flexibilité telles que des exonérations fiscales, des remboursements ou des liens avec d'autres politiques climatiques (par exemple, les marchés nationaux et internationaux de compensation du carbone, les régimes de soutien aux énergies renouvelables) qui nécessitent des capacités institutionnelles, des règles et des procédures supplémentaires (Ibid). Quoi qu'il en soit, la mise en œuvre d'une taxe sur le carbone nécessite le renforcement des capacités institutionnelles et administratives et la rationalisation de la coordination entre les ministères et les organismes publics concernés.

L'introduction d'une taxe carbone peut également affecter la compétitivité internationale des industries à forte intensité énergétique et exposées au commerce. Cela pourrait se produire, lorsque les producteurs nationaux sont confrontés à des coûts plus élevés en raison de la taxe carbone par rapport à leurs concurrents internationaux qui ne sont pas soumis à une telle taxe. Par conséquent, ils pourraient perdre des parts de marché sur les marchés nationaux ou internationaux et, dans des cas extrêmes, cesser leurs activités, ce qui réduirait le PIB et l'emploi. Cependant, les analyses empiriques existantes ne trouvent que des effets minimes de ce type (Dechezleprêtre and Sato 2017; Sato and Dechezleprêtre 2015). Malgré des preuves empiriques limitées, ces préoccupations ont un fondement théorique solide et peuvent encore s'avérer importantes avec l'émergence de prix du carbone plus élevés. En tout état de cause, le lobbying exercé par les industries à forte intensité énergétique et exposées au commerce pourrait constituer un obstacle important à l'introduction d'une taxe sur le carbone. Ainsi, il est important que la conception d'une taxe sur le carbone prenne en compte des mesures visant à maintenir des conditions de concurrence équitables pour les acteurs nationaux et internationaux. De nombreuses mesures de ce type, notamment les ajustements et les remises de carbone aux frontières, sont disponibles et ont été examinées dans la littérature (Fischer and Fox 2012; Droeg 2011).

Plusieurs de ces opportunités et risques associés à une taxe carbone peuvent être évalués quantitativement à l'aide d'outils de modélisation. Par exemple, le modèle décrit dans les sections 4 et 8.3 tient compte des impacts économiques directs, notamment ceux sur les émissions, la production, l'emploi dans les secteurs clés et dans l'ensemble, sur la répartition des revenus, ainsi que sur les équilibres fiscaux et commerciaux dans le cadre de différents scénarios de taxe carbone impliquant différents mécanismes de recyclage des recettes. Cependant, il présente des limites à d'autres égards. En particulier, il ne tient pas compte explicitement des avantages des réductions d'émissions ou des investissements (peut-être financés par les recettes de la taxe carbone) qui renforcent la capacité d'adaptation et la résilience au changement climatique. Il est également incapable de prendre en compte les impacts socio-économiques et environnementaux à plus long terme. Il ne peut pas rendre compte des principaux impacts d'une taxe carbone sur les émissions, les possibilités d'atténuation et d'adaptation dans les secteurs de l'agriculture, de la sylviculture, des transports et des déchets. Le traitement des investissements, de l'adoption des technologies et de la croissance de la productivité est élémentaire, notamment dans le secteur de l'électricité. Une mesure et une modélisation plus précises de nombre de ces aspects sont possibles (World Bank 2021g).

3.2. Options de conception d'une taxe sur le carbone et aperçu de l'expérience internationale

La conception des taxes sur le carbone diffère considérablement d'un pays à l'autre et reflète les circonstances et les priorités nationales. En choisissant parmi les options de conception disponibles, l'objectif du décideur politique est de trouver le bon équilibre entre la maximisation des opportunités de la taxe carbone et la minimisation des coûts et des risques. Par exemple, une taxe sur le carbone élevée qui couvre tous les combustibles fossiles et les émissions de GES et dont les recettes contribuent aux recettes publiques générales peut être très efficace pour réduire les émissions, le faire de manière rentable et générer des recettes substantielles pour le gouvernement. Cependant, elle imposera probablement un lourd fardeau administratif de surveillance, notification et vérification (SNV) et de mise en œuvre et se heurtera à l'opposition des entreprises et des citoyens lésés. Ces défis peuvent soulever des questions quant à la durabilité politique de l'instrument.

Cette section passe en revue les principales options de conception d'une taxe carbone, en s'appuyant sur les travaux existants du Partenariat pour la préparation au marché (PMR, 2017) et des Nations unies.⁷ Les choix les plus importants concernent l'assiette de la taxe, le niveau et la dynamique du taux d'imposition, ainsi que diverses options d'utilisation des recettes pour remédier aux effets indésirables potentiels. Tout au long de la section, des exemples sont fournis par des pays où les décideurs politiques ont adopté différentes approches.⁸

En ce qui concerne l'assiette de la taxe, le Gouvernement doit déterminer : quels gaz, combustibles et secteurs seront couverts par la taxe sur le carbone, s'il faut imposer la taxe sur les intrants de combustibles fossiles ou au niveau des émissions directes des entités couvertes ; le point de réglementation ; et les exemptions éventuelles.⁹ Même si le nom de l'instrument suggère que la taxe ne concerne que les émissions de CO₂, une taxe carbone peut être appliquée à d'autres gaz à effet de serre en utilisant des équivalences facilement disponibles basées sur les potentiels de réchauffement planétaire des différents gaz.¹⁰ Par exemple, les taxes sur le carbone en Afrique du Sud et à Singapour ont une application plus large que le seul CO₂, tandis qu'en Argentine et en Ukraine, seules les émissions de CO₂ sont taxées. Il est également possible d'appliquer la taxe à des carburants spécifiques uniquement, bien que cela limite la rentabilité de la taxe. Au Mexique, par exemple, la taxe carbone couvre le charbon et le pétrole, mais pas le gaz naturel. De même, les taxes sur le carbone peuvent être appliquées à tous les secteurs de l'économie, ce qui est le cas de la taxe fédérale canadienne sur les carburants dans les provinces où elle est appliquée. La taxe peut également couvrir un sous-ensemble de secteurs : en Suisse, la taxe sur le carbone ne s'applique pas au secteur des transports, ni à la production d'électricité et à l'industrie. Il est important de noter que la production d'électricité et l'industrie sont toutefois soumises à un prix du carbone, car elles sont couvertes par le système suisse d'échange de quotas d'émission. Les choix concernant les gaz, les combustibles et les secteurs à couvrir entraînent une variation importante de la part des émissions couvertes par les taxes sur le carbone existantes (Figure 4).¹¹

⁷ Une autre ressource utile sur les taxes sur le carbone est le futur " UN Handbook on Carbon Taxation " (UN 2020). Le manuel complet est en cours de réalisation, mais le chapitre pertinent, à savoir le "[Chapter 3: Designing a Carbon Tax](#)" est déjà approuvé et essentiellement définitif.

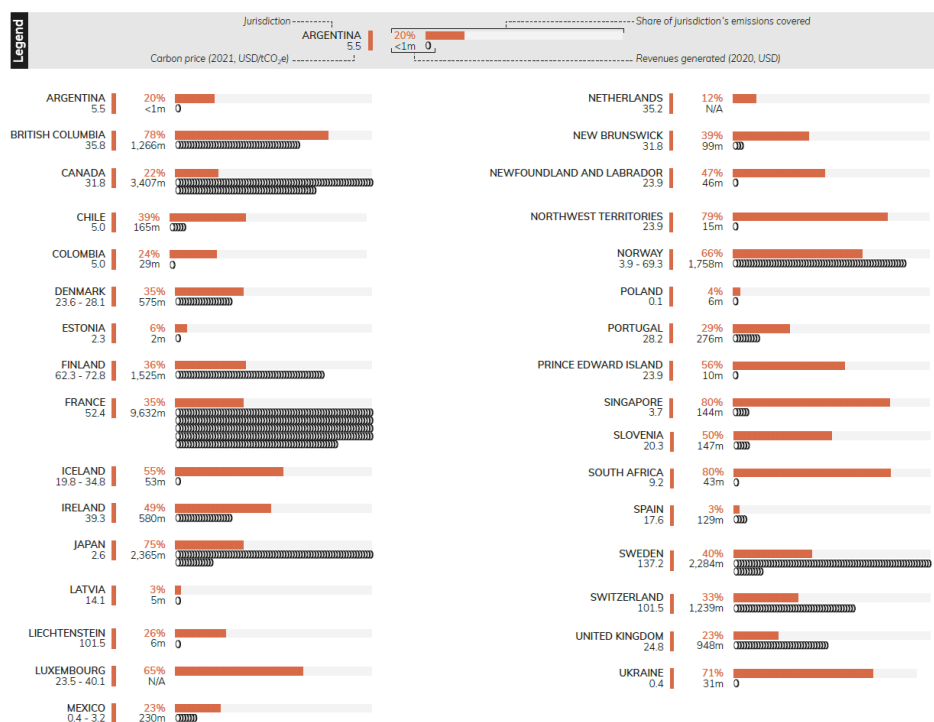
⁸ Sauf indication contraire, les exemples de pays sont tirés de la base de données du tableau de bord de la tarification du carbone de la Banque mondiale à l'adresse <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>.

⁹ Le tableau 16 du PMR 2017) donne un aperçu de l'approche adoptée par les différentes juridictions pour déterminer l'assiette de la taxe.

¹⁰ Des variations sont possibles, par exemple en utilisant la couverture des combustibles en amont pour les émissions de CO₂ des secteurs ayant des sources ponctuelles diffuses, et la couverture directe pour les autres secteurs ou gaz.

¹¹ Notez que ce chiffre concerne uniquement les taxes sur le carbone. Dans certaines juridictions (par exemple en Norvège), les émissions non couvertes par une taxe sur le carbone peuvent être couvertes par un système d'échange de droits d'émission.

Figure 4 : Prix du carbone, couverture et revenus générés par les taxes sur le carbone



Note: For Luxembourg and the Netherlands carbon tax, revenue figures are indicated with N/A as these carbon pricing initiatives only went into effect on January 1, 2021. For Denmark, Finland, Iceland, Luxembourg, Mexico and Norway carbon taxes, the price ranges indicate the upper and lower bounds of the carbon tax levied on different fossil fuels and fluorinated gases.

Source : World Bank (2021)

Le choix du point de régulation interagit avec les gaz, les combustibles et les activités à couvrir. Les émissions provenant de la combustion de combustibles fossiles peuvent facilement être taxées en amont, au point d'importation, d'extraction ou de vente du combustible. Les émissions fugitives provenant de la production de pétrole et de gaz et les émissions autres que le CO₂ provenant de secteurs tels que l'agriculture peuvent être mesurées ou estimées directement, mais nécessitent une surveillance, une déclaration et une vérification plus importantes, ainsi que des capacités et des efforts de mise en œuvre. La charge administrative pesant sur les entités couvertes et sur le gouvernement est un élément important à cet égard, la plupart des pays renonçant à la plus grande précision de la mesure directe au profit de la simplicité de la couverture en amont des intrants de combustibles fossiles à des fins de taxe sur le carbone.

Les exemptions et les exclusions de la taxe sur le carbone en fonction des seuils de taille et du type d'activité, de combustible ou d'émissions sont également motivées en partie par le désir de minimiser la charge administrative, mais aussi par la volonté de minimiser les effets négatifs sur certains groupes. Des exemptions et des exclusions sont utilisées dans pratiquement toutes les initiatives de taxe carbone.¹²

Le niveau des taxes sur le carbone existant varie considérablement d'une juridiction à l'autre, les taux allant de moins de 1 USD par tonne de CO₂ en Ukraine et en Pologne à plus de 135 USD en Suède (Figure 4). Cette variation reflète les différents objectifs politiques que le gouvernement peut avoir en introduisant une taxe sur le carbone. Ces objectifs comprennent :

¹² Encadré 18 du chapitre 3 du « UN Handbook on Carbon Taxation » pour un aperçu des exemples de pays en développement UN 2020.

i) l'incitation à atteindre un niveau cible de réduction des émissions, ii) l'augmentation des recettes, ou iii) l'application de ce que l'on appelle le "principe du pollueur-payeur", selon lequel les responsables des dommages liés à leurs activités supportent les coûts qu'ils imposent au reste de la société.

Outre la fixation du taux d'imposition initial, le gouvernement doit également décider d'une trajectoire. Un horizon à long terme et une trajectoire crédible pour la taxe sur le carbone sont d'une importance cruciale pour guider les mesures de réduction actuelles et futures. Un gouvernement peut vouloir commencer par un faible taux de taxe sur le carbone et augmenter progressivement la rigueur de l'instrument pour donner aux entités couvertes le temps de s'adapter. Il est essentiel de minimiser l'incertitude associée aux révisions fréquentes ou importantes de la trajectoire annoncée de la taxe sur le carbone, car une telle incertitude est préjudiciable aux investissements à long terme nécessaires à la réduction des émissions. Par conséquent, l'accès à des informations pertinentes et précises concernant l'impact des différentes trajectoires de la taxe carbone est crucial pour prendre des décisions en connaissance de cause. Les scénarios de taxe carbone évalués quantitativement dans la section suivante sont destinés à aider les acteurs publics et privés du Sénégal à cet égard.

Après avoir pris des décisions concernant l'assiette et la trajectoire de la taxe, le dernier choix important du Gouvernement en matière de conception consiste à déterminer comment répondre aux préoccupations des entreprises et des groupes de citoyens qui pourraient être affectés négativement. Pour les entreprises, la principale préoccupation concerne le fait qu'elles peuvent perdre leur compétitivité sur les marchés nationaux et internationaux par rapport aux entreprises étrangères qui ne sont pas confrontées aux coûts associés à la taxe sur le carbone. En ce qui concerne les citoyens, le principal risque est la perte de pouvoir d'achat, notamment, pour les pauvres qui consacrent une part plus importante de leurs revenus à l'énergie et aux biens à forte intensité énergétique.

L'identification précise de ces groupes et l'élaboration de mesures visant à répondre à leurs préoccupations sont particulièrement importantes pour accroître l'acceptabilité de la taxe carbone par le public. Ces mesures limitent généralement le potentiel de recettes ou utilisent les recettes collectées à des fins spécifiques. Par exemple, le gouvernement peut prévoir des exemptions ciblées (par exemple, en Afrique du Sud), appliquer des taux d'imposition inférieurs (par exemple, en France) ou offrir des rabais (par exemple, en Finlande) aux secteurs jugés vulnérables. L'utilisation de compensations en lieu et place de paiements de taxes, bien que soumises à des restrictions qualitatives et quantitatives, a également été adoptée (par exemple, en Colombie). Malgré les limites imposées par ces mesures, la figure 4 montre que les juridictions perçoivent des revenus substantiels des taxes sur le carbone, qui sont utilisés de diverses manières. Les recettes peuvent être ajoutées au budget général (p. ex., le Royaume-Uni), réduire les taxes distorsives (la France), financer des programmes d'efficacité énergétique ou d'atténuation (la Suisse), soutenir les technologies à faible émission de carbone (le Japon) ou aider les ménages à faible revenu (le Portugal).¹³ Les scénarios de taxe carbone évalués quantitativement dans la section suivante sont conçus pour évaluer l'impact de plusieurs mesures similaires à celles-ci. L'ensemble des mesures sélectionnées pour l'évaluation a été identifié lors de consultations avec les parties prenantes des secteurs public et privé au Sénégal.

¹³ Ces exemples sont tirés du tableau 6 de PMR 2017), qui contient des informations sur un ensemble plus large de juridictions et leurs choix d'utilisation des recettes.

3.3. Se concentrer sur les secteurs clés

L'examen et l'analyse précédents des circonstances nationales du Sénégal ainsi que des opportunités, des risques et des options de conception d'une taxe carbone ont abordé la tâche dans une perspective large. En pratique, l'impact d'une taxe carbone variera selon les secteurs. Par exemple, il est peu probable que le secteur financier soit directement affecté puisque ses émissions directes sont très faibles. En revanche, une taxe sur le carbone peut déclencher une transformation profonde du secteur de l'électricité. L'objectif de cette section est d'examiner de près les secteurs qui sont particulièrement importants.

3.3.1. Énergie – pétrole et gaz

Les champs pétroliers et gaziers offshore de Sangomar et de Grand Tortue Ahmeyim (ci-après : GTA) au Sénégal devraient être mis en service d'ici 2023. Ces développements présentent des opportunités économiques majeures pour le Sénégal, mais nécessitent également des politiques personnalisées pour s'assurer qu'ils s'alignent sur le programme à faible émission de carbone du gouvernement.

Les émissions liées au cycle de vie des combustibles fossiles, qui comprennent également les émissions associées à leur extraction et à leur traitement, peuvent être sensiblement plus élevées que les émissions liées à l'utilisation finale (combustion). Par exemple, les émissions associées à la production, au transport et au raffinage du pétrole brut représentent entre ~8 % et 45 % des émissions du puits à la roue dans les champs de production du monde entier (Forrest and Rocque 2017). Dans de nombreux gisements de pétrole et de gaz, la composante production constitue la majorité de ces émissions en amont sous réserve d'une série de caractéristiques techniques telles que la qualité du produit (par exemple, le pétrole lourd), la maturité du gisement pétrolier, la profondeur du réservoir et les techniques de récupération. En outre, l'évacuation des gaz, le brûlage à la torche et les fuites de méthane peuvent considérablement augmenter les émissions globales du processus et, dans le cas de la production de gaz, peuvent en fait compenser sa faible intensité de carbone (Schneising et al. 2020). Dans une étude récente sur les émissions opérationnelles de ses gisements mondiaux, BP indique que les émissions de portée 1 s'élèvent à 50 MteCO_{2e} en 2019 (BP 2021a) soit environ le double des émissions estimées du Sénégal en 2020. Par conséquent, la décarbonisation des opérations en amont à court terme est importante pour atteindre les objectifs de Paris, parallèlement à l'objectif à long terme de faire évoluer l'activité principale du secteur vers la fourniture de carburants à faible teneur en carbone.

Les options de réduction qui pourraient être déployées en réponse à une taxe sur le carbone comprennent la séquestration du carbone en utilisant les gisements de pétrole et de gaz épuisés, l'utilisation de sources d'énergie à faible teneur en carbone pour l'extraction des ressources et l'amélioration de l'efficacité des processus. À cet égard, la récupération assistée des hydrocarbures (RAH), où le CO₂ sous pression est utilisé pour l'extraction tertiaire du pétrole brut, peut devenir un moyen de capter, utiliser et stocker le carbone (CCUS). L'un des principaux défis consiste à s'assurer que l'approvisionnement en CO₂ provient d'activités anthropiques. La tarification des émissions fugitives peut en outre inciter à améliorer l'efficacité des processus et soutenir les arguments économiques en faveur de la commercialisation du gaz (s'il s'agit d'un sous-produit) lorsque cette option est latente. Toutefois, les exigences en matière de données pour la surveillance des émissions fugitives sont élevées et peuvent constituer un facteur limitatif (UNECE 2019). Pour encourager la réduction des émissions dans le secteur pétrolier et gazier en amont, il faudra probablement fixer des prix élevés pour le carbone. Une étude de modélisation réalisée par (Wood Mackenzie 2021) indique que la plupart des gisements de pétrole et de gaz dans le monde peuvent supporter un prix du carbone de 40 USD, les prix de l'ordre de 120-200 USD ayant un impact beaucoup plus important sur la rentabilité.

Malgré la diffusion internationale des instruments de tarification du carbone, peu d'entre eux couvrent actuellement l'industrie pétrolière et gazière en amont. La Norvège a été l'une des premières juridictions à mettre en œuvre une taxe carbone à partir de 1991 et couvrant la combustion de combustibles fossiles dans les opérations pétrolières. La taxe s'élevait à 543 NOK (64,80 USD) par tonne/CO₂ en 2021 et passera à 2000 NOK (239 USD) d'ici 2030 (Norwegian Petroleum 2020). Selon les estimations du secteur, la taxe devrait réduire la valeur actuelle nette (VAN) des gisements norvégiens d'au moins 50 % (Wood Mackenzie 2021). Bien que la Norvège participe au SCEQE de l'UE, le système ne couvre pas la production de pétrole et de gaz en amont. Toutefois, il couvre les raffineries, où les entreprises basées en Norvège supportent à la fois le coût de la taxe et le prix de l'EUA. Le Canada a également introduit une taxe fédérale sur le carbone en 2019, qui commencera à 20 CAD/tCO₂e pour atteindre 50 CAD d'ici 2022 et, suite à une récente mise à jour, 170 CAD d'ici 2030 (Ihejirika 2021). Ces cas fourniront des indications utiles sur l'efficacité de cet instrument pour accélérer le passage à des méthodes de production à faible émission de carbone. Les juridictions de tarification du carbone qui ne couvrent pas l'amont pétrolier et gazier utilisent fréquemment d'autres outils de politique climatique. Dans l'UE, par exemple, la directive sur la qualité des carburants, une norme de performance des carburants en amont, oblige les producteurs à réduire les émissions d'un pourcentage cible prédéfini (EC 2021). Bien que l'expérience internationale en matière de tarification du carbone dans le secteur pétrolier et gazier en amont se soit limitée jusqu'à présent à quelques juridictions, les grandes compagnies pétrolières et gazières ont anticipé l'introduction des prix du carbone dans leur secteur et beaucoup ont intégré des prix fictifs (entre 40 et 100 USD par tonne) dans leurs stratégies d'investissement (Wood Mackenzie 2021). Des majors telles que BP, Shell et Total se sont en outre engagées à devenir climatiquement neutres d'ici le milieu du siècle, les deux dernières incluant les émissions de portée 3 dans cet objectif.

L'exploitation du pétrole et du gaz au Sénégal implique deux consortiums de sociétés qui ont établi un partenariat avec le gouvernement du Sénégal. Le gisement de pétrole et de gaz de Sangomar est situé au large de 100 kilomètres au sud de Dakar et a été découvert en 2014. Le projet est développé par Woodside Energy et la Société des Pétroles du Sénégal (Petrosen). FAR Limited et Capricorn Senegal Limited (une filiale du britannique Cairn Energy) étaient également impliqués à l'origine mais ont vendu leurs parts à Woodside en 2021 (Africa Oil+Gas Report 2021). Cette dernière est l'opérateur du projet et l'actionnaire majoritaire. Les niveaux de production sont estimés à 100 000 bbl/jour de pétrole pendant la première phase du projet (Woodside 2021). Le gisement gazier de GTA est situé à la frontière maritime de la Mauritanie et du Sénégal et on estime qu'il contient près de 2 millions de mètres cubes de gaz (BP 2021b). BP est l'actionnaire majoritaire et opère par le biais d'une joint-venture avec la société américaine Kosmos Energy, PETROSEN et la Société Mauritanienne des Hydrocarbures (SMHPM). Le gisement devrait livrer environ 2,5 millions de tonnes de GNL par an en moyenne, destinées à l'exportation et aux marchés énergétiques nationaux de la Mauritanie et du Sénégal (BP 2018).

La production de pétrole et de gaz contribuera de manière significative à l'augmentation rapide des émissions du secteur de l'énergie au Sénégal dans les années à venir et se reflète dans les scénarios BAU de la CDNS (Republique du Senegal 2020). Woodside et BP ont tous deux mis en place des objectifs de neutralité nette, tandis que BP a en outre relevé son hypothèse de prix du carbone pour 2030 à 100 USD. L'introduction d'une taxe sur le carbone viendrait donc compléter les objectifs climatiques des deux consortiums. Pour qu'elle déclenche une réduction à grande échelle en amont, les émissions fugitives doivent être incluses dans le champ d'application de la taxe sur le carbone, malgré les problèmes de surveillance, notification et vérification (SNV), et le niveau de la taxe doit s'aligner sur ceux déjà prévus par le secteur privé. Cependant, même à des prix modérés et croissants, l'introduction d'une taxe carbone dans le secteur pétrolier et gazier en développement du Sénégal peut apporter des avantages significatifs. Une trajectoire de prix claire et prévisible envoie un signal

d'investissement à long terme à l'industrie sur l'efficacité temporelle des options de réduction à poursuivre.

En outre, la taxe sur le carbone peut constituer un important outil de collecte de revenus susceptible de soutenir l'atténuation du changement climatique en aval de la chaîne de valeur. Le secteur de l'électricité, où la plupart des réductions devront avoir lieu, a connu des manques à gagner et serait confronté à une composante de coût supplémentaire par le biais de prix effectifs plus élevés du pétrole et du gaz suite à l'introduction d'une taxe sur le carbone. Les recettes de la taxe sur le carbone peuvent soutenir sa transition vers un système énergétique à faible émission de carbone et compenser les augmentations du prix de l'électricité pour les consommateurs concernés. En outre, une taxe sur le carbone pourrait être liée à des mécanismes de crédit carbone. Cela permettrait aux producteurs de pétrole et de gaz de disposer d'une option de réduction supplémentaire, qui, si elle est liée à des compensations nationales, pourrait stimuler le développement à faible émission de carbone au Sénégal.

3.3.2. Énergie – électricité

Le parc électrique du Sénégal est fortement tributaire des combustibles fossiles, en particulier du pétrole (IEA 2019a). Répondre à la demande croissante d'électricité du pays et décarboniser la production est un défi important pour lequel une taxe carbone pourrait jouer un rôle majeur. Les politiques de tarification du carbone sont un instrument efficace pour réduire les émissions du secteur de l'électricité. Des limites d'installation claires et la présence de quelques grands émetteurs facilitent le processus de surveillance, notification et vérification (SNV), tandis que la disponibilité de technologies de réduction des émissions prêtes à être commercialisées fait du signal de prix un outil puissant pour accroître leur déploiement. Un prix du carbone augmente le coût opérationnel des générateurs d'électricité à forte intensité de carbone et encourage ainsi une série d'options de réduction dans la production d'électricité, l'investissement dans de nouvelles sources de production et, idéalement, dans les habitudes de consommation. Il s'agit notamment de la réduction de l'utilisation des unités de production à forte intensité de carbone existants (par exemple, par le biais d'un changement de combustible et d'une répartition propre), d'une rémunération plus élevée des technologies d'énergie propre (par exemple, l'énergie éolienne et solaire), d'un passage à des combustibles moins polluants (par exemple, du pétrole au gaz), d'une utilisation plus efficace de l'électricité et/ou d'une préférence des consommateurs pour les sources à faible intensité de carbone (par exemple, un passage à des contrats d'énergie à faible intensité de carbone, l'adoption d'un éclairage et d'un refroidissement à haut rendement énergétique), d'un déclassement précoce des unités de production inefficaces et polluantes, et d'un signal d'investissement à long terme favorisant le déploiement de technologies à faible intensité de carbone (Acworth et al. 2019).

Ces options de réduction seront encouragées quel que soit le type d'instrument de tarification du carbone utilisé, même si la certitude des investissements (c'est-à-dire les rendements minimums garantis) est susceptible d'être plus élevée dans le cadre d'une taxe sur le carbone avec une trajectoire de prix prévisible. En principe, un prix du carbone fonctionnera efficacement lorsque les sources de production seront classées selon le principe du moindre coût et que leurs coûts en carbone seront reflétés sur les marchés de gros et de détail. Les marchés concurrentiels de l'électricité répondent généralement à ces exigences. Dans les secteurs hybrides où des régimes de prix réglementés sont en place, des réglementations supplémentaires peuvent garantir que l'instrument est aligné et que les conditions de répercussion sont remplies (Acworth et al. 2021; Kuneman et al. 2021).

Malgré les divergences régionales, la production d'électricité reste, à 42 %, la principale source d'émissions de dioxyde de carbone dans le monde et, dans les marchés émergents, elle représente souvent une part encore plus importante (IEA 2021a). Étant donné le fort potentiel de réduction du secteur, la plupart des instruments de tarification du carbone (taxes, SCEQE et systèmes hybrides) en vigueur couvrent les émissions de l'électricité (World Bank

2021e). La plupart des instruments de tarification du carbone (taxes, systèmes d'échange de quotas d'émission et systèmes hybrides) en vigueur couvrent les émissions provenant de l'électricité. L'expérience a montré l'efficacité d'une taxe sur le carbone pour accélérer la transition du secteur de l'électricité vers une économie à faible émission de carbone. En 2013, le gouvernement britannique a introduit un prix plancher du carbone en plus du SCEQE, ce qui a entraîné, dans les années qui ont suivi, un déclin rapide de la production d'électricité à partir du charbon (Wilson and Staffell 2018). Des études montrent également qu'une taxe sur le carbone peut être efficace même à des prix faibles ou modérés (Nong 2020; Benavides et al. 2015), comme en Afrique du Sud et au Chili, bien que l'ampleur des résultats en matière d'atténuation augmente considérablement à des prix plus élevés (Larsen et al. 2018). La tarification du carbone s'est avérée particulièrement efficace pour inciter à la réduction de l'offre. Les expériences d'échange de droits d'émission en Californie, dans l'Union européenne, en Corée et en Chine indiquent que les réponses du côté de la demande ont été plus limitées jusqu'à présent en raison de la présence de mesures de compensation des coûts pour l'industrie ou de tarifs d'électricité réglementés qui ne reflètent pas de manière adéquate les coûts du carbone (Acworth et al. 2021).

Le secteur de l'électricité au Sénégal est dominé par la production d'énergie thermique, qui représente 93 % de la capacité installée, les trois quarts du parc utilisant des produits pétroliers comme combustible d'entrée (Republique du Senegal 2020). Actuellement, la seule centrale à charbon qui alimente le réseau est la centrale de Sendou, un certain nombre de centrales au charbon prévues ayant été mises de côté ou annulées (Global Energy Monitor 2021). Le secteur de l'électricité est responsable d'environ 60 % des émissions de CO₂ du Sénégal (IEA 2019b) et devrait se tailler la part du lion des objectifs de réduction des émissions dans les scénarios CDN et CDN+. Il devrait atteindre une part de production d'énergie propre de 32,8 à 40,7 % d'ici 2035, comme le prévoit le PSE (République du Sénégal 2020) dans le contexte d'un quasi-doublement prévu de la demande d'électricité entre 2017 et 2030 (MEDER 2015). Le succès d'une taxe carbone au Sénégal pour atteindre les objectifs de ce scénario est donc étroitement lié à son impact sur la production d'électricité et les investissements. La capacité de production totale installée s'élevait à 1249 MW en 2018, dont ~36 % sont détenus par SENELEC, la société publique qui exploite le réseau et est le seul fournisseur d'électricité. Les producteurs indépendants d'électricité (IPP), un groupe d'environ 17 acteurs du marché, possèdent ensemble ~32 % de capacité de production installée. Le reste est constitué d'énergie solaire photovoltaïque (~12 %), de sources hors réseau (~5 %) et d'importations (~2%) (SENELEC 2018).

La gestion de l'offre et de la demande est basée sur un modèle d'acheteur unique avec des prix réglementés et une intervention centralisée, et ne comporte pas de marchés de gros de l'électricité. Les IPP concluent avec SENELEC des contrats d'achat d'électricité réglés sous les auspices du régulateur. La *Commission de régulation du secteur de l'électricité (CRSE)* veille au respect des normes techniques, distribue les licences, supervise le règlement des contrats, est responsable des procédures d'appel d'offres et fixe les tarifs de l'électricité. Le ministère du Pétrole et de l'Énergie (MPE) et la CRSE déterminent une fourchette de prix que SENELEC peut facturer à ses clients. Cette fourchette est mise à jour tous les trimestres pour tenir compte de l'évolution des dépenses opérationnelles, comme le coût du carburant. Cependant, la structure tarifaire ne reflète pas toujours le coût du service, et en cas de manque à gagner, des ajustements tarifaires ou une compensation budgétaire sont nécessaires. À la suite d'un calcul d'ajustement tarifaire effectué par la CRSE, le gouvernement décide soit d'augmenter les tarifs de SENELEC, soit de compenser directement. La compensation tarifaire n'étant pas systématiquement budgétisée, des arriérés sont apparus au profit de la société de services publics (World Bank 2019). Dans l'ensemble, le tarif moyen de l'électricité au Sénégal a été inférieur aux niveaux de recouvrement des coûts, ce qui a affecté la santé financière du secteur (ECOWAS 2018). La forte dépendance du secteur à l'égard du pétrole (et l'exposition à la volatilité des prix qui en découle) ainsi que les pertes élevées de transmission et de distribution (20 % en moyenne ; en grande partie à cause des inefficacités

mais aussi des vols d'électricité) ont contribué aux coûts énergétiques élevés de ces dernières années (ECOWAS 2018). Toutefois, les coûts des matières premières sont appelés à diminuer avec la mise en service de capacités de production de pétrole et de gaz au cours des prochaines années (World Bank 2019).

L'ajout d'une taxe carbone peut présenter un risque pour SENELEC si elle ne peut pas récupérer les coûts par le biais des accords d'achat d'électricité avec les producteurs indépendants ou des tarifs de détail réglementés. Ce problème peut être résolu en incluant un facteur de coût du carbone dans les mises à jour trimestrielles des tarifs - sous réserve que les centrales électriques soient classées selon des critères de coût économique - et en ajoutant des dispositions supplémentaires dans les contrats énergétiques à long terme. Un autre défi est posé par les subventions à l'électricité qui pourraient affaiblir l'effet du prix du carbone sur les consommateurs. La suppression progressive des subventions à l'électricité et l'augmentation des tarifs de détail à des niveaux reflétant les coûts amélioreraient la stabilité financière du secteur et contribueraient à la viabilité budgétaire, facilitant ainsi l'augmentation des investissements nécessaires à la concrétisation des scénarios CND et CDN+. Le fait d'autoriser la répercussion des coûts et de rembourser les consommateurs au moyen des recettes perçues permet d'assurer le recouvrement des coûts et d'éviter les augmentations sensibles du prix de l'électricité pour les consommateurs finaux qui en seraient le plus affectés. Par exemple, des groupes de consommateurs ciblés pourraient bénéficier d'un rabais par le biais d'un canal distinct pour compenser les augmentations de prix.¹⁴

Dans ce contexte, une taxe carbone au Sénégal pourrait contribuer à la transition du pétrole vers le gaz dans un premier temps, puis vers les sources de production renouvelables à moyen et long terme. Cela permettrait de contenir la croissance des émissions et d'augmenter les volumes d'exportation de pétrole et de gaz. L'objectif de renforcement du système d'offre d'électricité en prenant en compte l'utilisation du gaz local dans la production est d'ailleurs au cœur de la politique « Gas-to-Power » du gouvernement. Une taxe carbone avec une trajectoire de prix prévisible et croissante enverrait également un signal fort contre les investissements supplémentaires dans les capacités de production de charbon ou de pétrole. Ce faisant, elle rendrait les sources d'énergie renouvelables, principalement attribuées par appels d'offres, plus compétitives par rapport à leurs homologues fossiles.

Ce signal d'investissement arriverait à un moment crucial pour le secteur. Le gouvernement vise à réaliser l'accès universel à l'électricité d'ici 2025, ce qui nécessite des investissements substantiels dans l'expansion du réseau, parallèlement à des solutions hors réseau, pour atteindre 30 % de la population qui n'est pas encore raccordée. Dans le même temps, les taux de pénétration des sources d'énergie propres, qui augmentent rapidement, doivent être réalisés dans un système contraint par le réseau, confronté à une forte croissance de la demande et dominé par l'énergie fossile. Cela représente un vaste défi en termes d'investissement, à la fois dans la capacité de production et de réseau, mais aussi une opportunité pour le Sénégal de jeter les bases d'une infrastructure énergétique à faible émission de carbone qui pourrait faire progresser l'économie.

3.3.3. Ciment

Le ciment est un produit à forte intensité d'émissions et un matériau de base essentiel pour le secteur de la construction. Le secteur du ciment au Sénégal devrait connaître une forte croissance dans les années à venir et a un rôle à jouer dans le programme à faible émission de carbone du Sénégal.

Avec une part d'environ 8 %, le secteur du ciment est le principal contributeur aux émissions mondiales. La production de ciment utilise du clinker comme source d'intrants, lui-même un

¹⁴ Il convient de noter que les tarifs de détail progressifs pour les ménages à faibles revenus aboutissent au même résultat, mais qu'ils peuvent être moins préférables, car ils réduisent l'incitation à l'efficacité de la consommation, par rapport à un système de remises distinctes.

produit à forte intensité d'émissions, et nécessite de grandes quantités d'énergie thermique. Bien que le ciment et le clinker fassent l'objet d'échanges internationaux, les marchés sont souvent segmentés en raison des coûts de transport élevés, ce qui entraîne des différences de prix à l'échelle régionale et nationale. De nombreuses études ont montré que les coûts du carbone sont répercutés à des taux variant de modérés (33 %) à élevés (90 %). Cela peut être dû à la proximité des marchés internationaux (par exemple, l'emplacement par rapport aux principales routes maritimes) qui peut accroître la concurrence des importations (Droege 2013). Compte tenu de l'existence de multiples options de réduction, telles que les différentes méthodes de production du clinker, la substitution des matières premières, le changement de combustible et l'amélioration de l'efficacité énergétique (Kajaste and Hurme 2016), une taxe sur le carbone peut être un instrument efficace pour soutenir la décarbonisation du secteur.

La grande majorité des initiatives de tarification du carbone existantes dans le monde couvrent les émissions du secteur du ciment. Dans de nombreuses juridictions qui appliquent une taxe sur le carbone, le niveau de la taxe est faible (<10 USD) et souvent aucune exemption ne s'applique. Toutefois, en Afrique du Sud, les entités bénéficient d'une exonération de 60 % qui peut augmenter si certains critères sont remplis. Au Mexique, seule la part des émissions dépassant le seuil de référence des gaz est taxée (ICAP 2021b). Une méthode quelque peu similaire est utilisée aux Pays-Bas, qui ont mis en place une taxe carbone pour l'industrie en 2021 afin d'atteindre un objectif de réduction des émissions plus marqué au niveau national. Dans le cadre de ce mécanisme, les entités reçoivent des droits de dispense jusqu'au niveau de référence du SCEQE, qui diminue progressivement en fonction d'un facteur de réduction national. Les émissions dépassant le niveau de référence national sont taxées à un niveau qui augmente chaque année pour atteindre 125 EUR (152 USD) en 2030. Les entités redevables du SCEQE, comme les producteurs de ciment, paient la différence nette entre le prix des quotas et la taxe (NEA 2021).

L'industrie du ciment au Sénégal est dominée par trois entreprises dont la production agrégée a augmenté de 3,9 % en 2020 pour atteindre plus de 7 millions de tonnes (Savana 2021). Le parc de ciment est relativement moderne et la capacité de production devrait augmenter considérablement dans les années à venir. La dernière arrivée est celle de Dangote Cement, qui opère dans dix pays d'Afrique subsaharienne et a pénétré le marché sénégalais en 2014 en mettant en service une nouvelle usine d'une capacité de 1,5 million de tonnes/an (Dangote Cement 2021). Elle vise à doubler cette capacité au cours des prochaines années (Perspectives 2019). Sococim Industries est active au Sénégal depuis plus de 60 ans et exploite une usine d'une capacité annuelle de 3,5 millions de tonnes/an pour les marchés nationaux et ouest-africains (SOCOCIM Industries 2021). Enfin, Ciments du Sahel a une capacité de production de 3 millions de tonnes/an, et est en train d'étendre sa capacité à 6 millions de tonnes/an, ce qui devrait être réalisé d'ici 2023 (Global Cement 2020). Ainsi, la capacité de production actuelle de 8 millions de tonnes passera à 11 millions de tonnes d'ici 2023 et pourrait même atteindre 12,5 millions de tonnes après l'investissement de Dangote Cement. Le site prévoit une tendance à la croissance continue qui verrait la capacité de production plus que doubler d'ici 2040 (IEA 2019b). La disponibilité du gaz domestique devrait faciliter l'augmentation des niveaux de production dans les années à venir.

Le chiffre d'affaires économique du secteur avoisine les 0,5 milliard d'euros par an, dont 119 millions d'euros ont été exportés en 2019 (Perspectives 2019; OEC 2021). Ses émissions annuelles de portée 1 sont de l'ordre de 3.8 à 4.3 millions de tonnes de CO₂ soit entre 15% et 17% des émissions nationales (tableau 1).¹⁵ Compte tenu de cette part considérable d'émissions concentrées à côté de projections de croissance élevées, le secteur aura un rôle à jouer dans le programme de croissance à faible émission de carbone du Sénégal. Avec un nombre restreint de grands émetteurs, une taxe carbone serait un instrument approprié pour

¹⁵ Estimation approximative basée sur des niveaux de production compris entre 7 et 8 tonnes, en utilisant la référence d'intensité moyenne mondiale pour le secteur de 0,54 t CO₂/ t de ciment (IEA 2020), et les niveaux d'émission nationaux estimés pour 2020.

le secteur du ciment. Toutefois, pour fonctionner efficacement, sa conception doit refléter les principales caractéristiques spécifiques du secteur.

Les taux de clinker varient entre les producteurs du Sénégal, à savoir 0,67 (Sococim), 0,7 (Ciments du Sahel) et 0,8 (Dangote Cement) (Perspectives 2019). Les émissions varient en fonction du type de combustible utilisé, mais aussi de la concentration en clinker qui détermine la demande en chaleur (JRC 2013). Le Sénégal dispose actuellement d'une centrale électrique fonctionnant au charbon (sur site) en activité (de petite taille mais à forte intensité de carbone, d'une capacité de 30MW), utilisée principalement pour la production de ciment (Global Energy Monitor 2021). Une taxe sur le carbone peut inciter à passer au gaz ou d'électricité à faible teneur en carbone comme source d'énergie, contribuant ainsi largement à la réduction des émissions de l'installation. Cependant, les émissions de combustion, telles que visées par une taxe carbone sur les combustibles fossiles, ne représentent qu'environ 40 % des émissions associées à la production de ciment. Sur le reste, environ 10 % sont émis en dehors de l'usine par la consommation d'énergie pour le transport et l'extraction des matières premières et environ 50 % des émissions (ou plus) sont libérées par le processus chimique de production du clinker (Lehne and Preston 2020; Olivier et al. 2016). Par conséquent, une taxe sur le carbone qui vise uniquement la combustion des carburants présenterait deux inconvénients : 1) elle réduit l'éventail des mesures d'incitation à la réduction, en laissant passer les possibilités de substitution des intrants pour réduire la teneur en clinker ; et 2) elle pourrait profiter injustement aux producteurs utilisant des taux de clinker plus élevés en leur accordant une "remise de prix" plus importante. Cette situation peut être résolue en appliquant un critère d'intensité d'émissions à l'utilisation du clinker, parallèlement à la taxe sur les combustibles carbonés. Avec une telle approche, les producteurs sur site et les importateurs de clinker seront également traités de la même manière dans le cadre de l'instrument de tarification du carbone. Au fur et à mesure que le secteur se développe et que les méthodes de production se diversifient, il faudra peut-être ajouter des repères supplémentaires pour fixer correctement le prix des émissions des installations. Il est important de noter que l'inclusion des émissions des procédés dans le champ d'application de la taxe carbone nécessiterait un effort supplémentaire de surveillance, notification et vérification (SNV) dans le secteur. En tant qu'option intermédiaire, il existe toutefois la possibilité d'utiliser des facteurs d'émission standard avec la possibilité volontaire de s'appuyer sur des mesures réelles.

En 2016, le gouvernement sénégalais a adopté une taxe d'accise sur la production et l'importation de ciment de 3 000 FCFA (3,70 USD) par tonne. Le ciment produit pour l'exportation est exempté de cette taxe. La taxe carbone imposerait aux producteurs de ciment un facteur de coût supplémentaire qui pourrait les exposer à un risque de perte de compétitivité par rapport aux producteurs extérieurs. Toutefois, une taxe sur le carbone peut être conçue de manière à atténuer ces risques. Il peut s'agir d'un alignement des taxes de telle sorte que les niveaux de prix entre les deux correspondent tout en évitant la double taxation en exemptant la production et les importations soit de la taxe sur le ciment soit de la taxe sur le carbone. Cela aussi permettrait de se rapprocher de l'effet d'un ajustement carbone à la frontière dans le secteur, qui est envisagé dans d'autres juridictions, comme l'UE, qui imposent un prix du carbone dans le secteur du ciment. Une autre option potentielle serait d'accorder des exemptions en dessous d'un niveau de référence prédéfini, ce qui encouragerait les améliorations de l'efficacité à un coût moindre.¹⁶ Enfin, les remises pourraient être liées à des investissements à faible teneur en carbone réalisés par le producteur, ce qui encouragerait la réduction des émissions. Ces options doivent être évaluées lorsque l'instrument entre dans la phase de conception. Les scénarios explorés quantitativement ci-dessous donnent un aperçu de l'impact potentiel des différentes options de conception de la taxe pour le secteur afin de faciliter cette évaluation.

¹⁶ Dans la lignée de ce qui précède, cela peut prendre la forme d'un référentiel de produit uniforme englobant à la fois l'énergie et les émissions de processus, ou de référentiels distincts pour l'utilisation du clinker et l'intensité des émissions de la source de combustible.

3.3.4. Déchets

Le secteur des déchets au Sénégal représente environ 10% des émissions nationales, dont la plupart sont des émissions de méthane (CH₄) provenant de l'élimination des déchets solides, et les émissions d'oxyde nitreux (N₂O) provenant du traitement et de l'élimination des déchets liquides contribuent pour environ 10% des émissions du secteur. Le gouvernement vise une réduction de 11% en 2025 et 2030 par rapport au BAU dans son scénario CDN inconditionnel et une réduction nettement plus ambitieuse de 65% la même année cibles dans le scénario CDN+ (Republique du Senegal 2020).

Lorsqu'il s'agit de décider de couvrir les émissions associées au secteur des déchets dans un instrument de tarification du carbone, la structure du marché, le potentiel de réduction et les ressources administratives sont des variables importantes à prendre en compte. Le CH₄ et l'oxyde nitreux N₂O provenant des déchets peuvent avoir un impact important sur la croissance des émissions et, lorsqu'ils sont facilement mesurables, ils peuvent constituer un moyen idéal de réduire rapidement les émissions, avec des avantages connexes substantiels (par exemple, des déchets réduits et mieux traités améliorent les résultats sanitaires et soutiennent l'industrie du tourisme). En revanche, lorsque le secteur se caractérise par un nombre élevé de producteurs de déchets (solides) diffus (ménages et industrie) et d'installations de traitement (par exemple, de petites décharges), les coûts administratifs liés à la mesure et à la surveillance des émissions afin d'y attacher un prix pourraient ne pas l'emporter sur les solutions plus simples et ciblées obtenues par des réglementations de type "commande et contrôle" (ICAP and PMR 2021). Lorsqu'un prix du carbone est mis en œuvre, un soutien politique complémentaire garantissant la promotion des options de réduction tout au long de la chaîne d'approvisionnement contribue à assurer l'efficacité du signal du prix du carbone dans la réduction des émissions de déchets.

Compte tenu des contraintes évoquées ci-dessus, la couverture du secteur des déchets n'est pas aussi courante que celle des secteurs de l'industrie et de l'électricité. Néanmoins, plusieurs juridictions ont trouvé le moyen d'intégrer le secteur des déchets dans leurs instruments de tarification du carbone, souvent en ciblant les grands émetteurs ponctuels tels que les incinérateurs de déchets (par exemple, le Canada, la Catalogne et les Pays-Bas). Les SCEQE de la Nouvelle-Zélande et de la Corée ont couvert les émissions du secteur des déchets (ICAP 2021a). Le Royaume-Uni a réussi à réduire les déchets mis en décharge au cours des dernières décennies, ce qui est largement attribué au succès de sa taxe de mise en décharge introduite en 1996. Cette taxe, prélevée en 2016 au taux de 2,65 GBP/t pour les déchets inertes et de 84,40 GBP/t pour les déchets non inertes, a augmenté le coût marginal de l'élimination des déchets et visait à encourager la réduction et la valorisation des déchets et à réduire l'attrait des décharges. Si l'instrument a reçu le soutien de l'ensemble des parties prenantes et s'est avéré efficace pour réduire les déchets mis en décharge, certains éléments indiquent qu'il a également induit une fuite des déchets vers des juridictions disposant de cadres politiques moins stricts (Elliott 2016).

Comme pour toute politique visant à réglementer le traitement des déchets ou les émissions du secteur, il convient d'éviter les risques d'augmentation des déversements illégaux, par exemple en établissant des cadres d'application consolidés pour les empêcher. Le secteur des déchets au Sénégal est principalement constitué de sites d'enfouissement de déchets solides, qui constituent la plus grande source d'émissions de GES du secteur, avec 91% des émissions de CH₄ principalement. Le traitement et le rejet des eaux usées contribuent pour 9% aux émissions du secteur (principalement N₂O). Les émissions de CO₂ provenant notamment de l'incinération et du brûlage à l'air libre des déchets jouent un rôle très mineur dans le secteur.

Le secteur des déchets au Sénégal est régi par de multiples organismes gouvernementaux, notamment:

- Le Ministère de la Gouvernance Locale, du Développement et de l'Aménagement du Territoire (MGLDAT)
- Le Ministère de l'Eau et de l'Assainissement (MEA)
- Le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD)
- Le Ministère du Renouveau Urbain, de l'Habitat et du Cadre de Vie (MRUHCV)
- Le Ministère de la Santé et de l'Action Sociale (MSAS)

A la suite d'une décentralisation préalable, la gestion des déchets solides ménagers a été déléguée aux autorités locales. Cependant, les contraintes financières, techniques et administratives au niveau local ont posé des défis à la gestion des déchets. Les politiques actuelles qui réglementent l'élimination et le traitement des déchets solides comprennent une taxe sur les déchets solides prélevée annuellement sur les ménages, une taxe sur les effluents industriels (corrélée aux émissions de GMG), ainsi qu'une norme correspondante sur les rejets industriels (Perspectives 2019).

Les objectifs du secteur, fondés sur les objectifs du PSE ainsi que sur l'évaluation préalable (voir Sogreah 2013), sont inclus dans le cadre du Plan d'action national sur l'atténuation du changement climatique. Dans ce cadre, le Sénégal travaille à la construction de trois installations de gestion intégrée des déchets, dont certaines seront mises en service en 2021. En outre, 34 centres de collecte sont en cours de développement, améliorant ainsi la capacité globale de traitement des déchets. Il s'agit également de mettre en œuvre un programme de renforcement des capacités en matière de gestion des déchets, ainsi qu'un programme de formation pour sensibiliser à cette question. Dans un scénario CDN+, les investissements dans le secteur augmenteraient considérablement et verraient l'ajout d'installations supplémentaires de traitement des déchets, de centres de transfert, la construction de 10 nouvelles décharges ainsi que la fermeture de décharges communales et non autorisées, et d'installations de recyclage organique, une capacité supplémentaire de traitement des eaux usées et des améliorations du réseau d'égouts. Parallèlement à ces mesures, les déchets solides croissants du Sénégal pourraient (avec un prétraitement approprié) être utilisés comme combustible alternatif pour la production de ciment, ce qui pourrait constituer une option gagnant-gagnant en réduisant les coûts de combustible tout en réalisant des économies nettes d'émissions (ABCP et al. 2017).

Le système de surveillance, notification et vérification (SNV) requis pour établir un prix du carbone dans le secteur des déchets au Sénégal est complexe et doit être développé. La nature diffuse du secteur rend cette entreprise exigeante en ressources mais pas nécessairement infaisable. Les déchets sont produits en amont par les ménages et les industries, tandis que les émissions ont lieu là où les déchets solides et liquides sont éliminés ou traités. L'application d'une taxe sur le carbone en amont inciterait les ménages et les industries à réduire leurs déchets et donc les émissions en aval qui y sont associées. Cependant, la détermination du niveau de la taxe est un défi à la fois technique et politique. En outre, elle n'incite pas à adopter des mesures d'atténuation sur place dans les décharges et les installations de traitement des eaux usées. L'application de la taxe sur le carbone aux décharges, aux incinérateurs et aux installations de traitement des eaux usées fournit ces incitations mais ne réduit la production de déchets que dans la mesure où les coûts sont répercutés sur les ménages et l'industrie (PMR 2017).

4 Méthodologie de l'évaluation des impacts de la tarification du carbone

L'une des principales préoccupations concernant une taxe sur le carbone est de savoir comment les augmentations des prix de l'énergie qui en résulteront affectent le niveau global de l'activité économique au fil du temps et dans quelle mesure les effets potentiellement néfastes peuvent être améliorés par l'utilisation des recettes de la taxe sur le carbone.

L'impact de l'application d'une taxe carbone au Sénégal est évalué à l'aide d'un modèle d'équilibre général calculable dynamique (MEGC). Ces types de modèles ont été largement utilisés pour analyser l'impact de politiques de taxe carbone¹⁷. Ils ont l'avantage de contenir des informations détaillées sur les secteurs et les agents économiques et prennent en compte le fonctionnement d'une économie de marché dans laquelle les interactions entre les producteurs, les ménages, le gouvernement et le reste du monde sont faites par le canal des prix et des marchés. De plus, les contraintes macroéconomiques et les équilibres ressources - emplois y sont respectées, ce qui est une dimension cruciale lorsque l'on analyse les effets d'un changement de politique à l'échelle nationale. Enfin, l'adoption d'une approche dynamique dans la modélisation est importante pour les politiques, telles que les taxes sur le carbone qui sont introduites progressivement dans le temps et sont destinées à influencer les modèles d'investissement et de technologie de production.

Dans l'ensemble, le modèle fournit un cadre permettant d'examiner quantitativement la manière dont les taxes sur le carbone affectent les modèles de production, l'emploi, les échanges, les finances publiques ainsi que la répartition des revenus et le bien-être des populations. Nous donnons ici une présentation simplifiée du modèle, des principales sources de données et une description succincte de l'économie à partir de la matrice de comptabilité sociale (MCS) qui contient les informations de base du modèle. L'annexe fournit une présentation plus détaillée du modèle.

4.1. Présentation simplifiée du modèle EGC

Le MEGC utilisé est un modèle multisectoriel permettant d'analyser les impacts environnementaux et économiques de la taxe carbone sur le Sénégal. Sa structure de base est celle de PEP 1-t élaborée par Decaluwé et al (2013). Des caractéristiques y ont été ajoutées, à savoir : la prise en compte des externalités du capital public dans la spécification des fonctions de production des secteurs marchands à travers l'introduction d'une fonction de productivité totale des facteurs ; une segmentation poussée du marché du travail. De plus la modélisation du commerce extérieur prend en compte l'existence d'une demande d'exportation finie. Le modèle est dynamique récursif, ce qui signifie qu'il est résolu comme une séquence d'équilibres statiques reliés dans le temps, à travers l'accumulation du capital et l'accroissement de la main d'œuvre et des équations de comportement.

Le modèle compte 24 secteurs dont certains sont fortement émetteurs de gaz et potentiellement payeurs de la taxe carbone. Il s'agit des secteurs de l'énergie et du ciment. Parmi les secteurs énergétiques, nous identifions le sous-secteur de l'électricité et celui des énergies fossiles notamment le pétrole brut, le gaz brut et le pétrole raffiné. Comme dans beaucoup de MEGC avec taxe carbone, le secteur des déchets bien qu'émettant 10% des gaz à effet de serre n'est pas explicitement pris en compte dans le modèle du fait de la difficulté à trouver les données sur les activités de ce secteur et les informations sur les paramètres qui permettent de calculer les émissions qui sont dégagées par ce secteur (Gen Li, Runsen

¹⁷ Theresa A. et al, 2014 en Afrique du Sud; Andualem T. et al, 2019 en Ethiopie ; Marisa B. et al, 2015 en Colombie ; et Zhengquan G. et al., 2014 en chine) ; Sen Li et al (2014) en Chine ; Yu Liu and, Yingying Lu, 2015 en Chine.

Zhang, Toshihiko Masui, 2021). Les intrants de production comprennent les facteurs primaires (travail et capital) et les intrants intermédiaires. Nous distinguons quatre catégories de mains d'œuvre : les non-qualifiés, les peu qualifiés, les moyennement qualifiés et les très qualifiés. Le facteur capital comprend le capital public et le capital privé. Les intrants intermédiaires comprennent l'électricité, les énergies fossiles (pétrole et gaz bruts, produits pétroliers) et les autres inputs. Le modèle comprend quatre types de secteurs institutionnels : les entreprises formelles, les entreprises informelles, les ménages, le Gouvernement et le reste du monde. Afin d'analyser les effets distributifs, nous avons désagrégé les ménages en déciles de revenu en utilisant les données de l'Enquête nationale sur les conditions de vie des ménages, ESPS, réalisée en 2005 par l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD). Les dix groupes de ménages diffèrent par la composition de leurs revenus et la structure de leurs dépenses. Un ensemble de type de taxes¹⁸ sont pris en compte dans le modèle : il s'agit des taxes sur le revenu des entreprises, des taxes directes payées par les ménages, des taxes indirectes (droits de douane et tva). Les transferts entre les agents économiques sont explicitement pris en compte dans le modèle.

Le marché du travail distingue deux segments : le segment de la main d'œuvre qualifiée et celui de la main d'œuvre non-qualifiée. Dans le segment de la main d'œuvre qualifiée, nous supposons l'existence d'un chômage et une rigidité dans la fixation du salaire. Dans le segment de la main d'œuvre non-qualifiée, le taux de salaire est déterminé par la confrontation de l'offre et de la demande de travail. Nous adoptons les hypothèses généralement utilisées pour une petite économie ouverte à savoir que l'économie est trop petite pour affecter les prix sur les marchés internationaux, de sorte que les prix du reste du monde sont considérés comme exogènes.

La dynamique du modèle

La dynamique de l'économie est induite par l'accumulation de capital et la croissance démographique. L'accroissement du capital à travers l'investissement est la principale source de croissance de l'économie. L'investissement couvre la dépréciation du capital et contribue à son accumulation d'une période à une autre. La règle d'accumulation du capital privé est déterminée comme suit : le taux d'accumulation sectoriel du capital privé est supposé être une fonction croissante du ratio coût-bénéfice du capital, ce dernier évoluant à un taux décroissant. Quant aux flux d'investissements publics, ils sont reliés de façon fixe aux flux d'investissements privés, traduisant ainsi une relative complémentarité entre ces deux types d'investissements dans les secteurs marchands. Dans le secteur non-marchand, les flux d'investissements publics dépendent du revenu disponible de l'Etat. Si l'accumulation de capital est guidée par la rationalité ci-dessus, il en est autrement de l'offre de travail qui augmente au rythme de la croissance démographique et est donc exogène. La consommation publique est supposée augmenter au rythme de la croissance démographique alors que les recettes de la taxe carbone augmentent les revenus du gouvernement et l'épargne publique est endogène. Cette hypothèse sur l'évolution de la consommation publique est également valable pour les transferts inter-ménages, les transferts publics versés aux ménages, les transferts privés et publics du reste du monde vers les institutions résidentes et vice-versa, la consommation minimale privée.

Le bouclage du modèle

Dans le processus de bouclage, nous supposons que le taux d'épargne des autres institutions est fixé. Les dépenses publiques sont supposées fixes, en termes réels, à la première période, de même que la balance courante. Toutefois, elles augmentent au même rythme que la population. Il en est de même du solde budgétaire, des transferts, de l'offre de travail qui progressent au même taux que la population. L'équilibre épargne-investissement est réalisé à travers l'introduction de la taxe indirecte carbone qui permet à l'État de collecter le supplément de ressources nécessaires.

¹⁸ Pour les besoins techniques de la modélisation, nous avons introduit dans la MCS des traces de la taxe carbone.

4.2. Données, paramétrage et structure de base de l'économie sénégalaise

4.2.1. Sources de données : la matrice de comptabilité sociale et les paramètres des fonctions de comportement des agents économiques

Le modèle est calibré sur les données de la matrice de comptabilité sociale (MCS) de 2017¹⁹ qui est la plus récente disponible au Sénégal au moment de la construction du modèle. Etant donné que le modèle de simulation de la taxe carbone porte sur la période 2023-2030, les valeurs de la MCS ont été calées à celles de l'année 2023 à partir des projections de taux de croissance du PIB fournis par le Ministère de l'Économie et des finances (MEFP) du Sénégal. La MCS fournit des informations de base sur la structure et la composition de la production, la formation de la valeur ajoutée sectorielle, les sources de revenus et de consommation des agents économiques, la composition des échanges extérieurs. La procédure de projection de la MCS en 2023 s'est déroulée en quatre étapes. Dans la première étape, nous avons calculé, pour chacune des valeurs de la MCS de 2017, un coefficient représentant le ratio valeur de la variable rapportée à la valeur du PIB de 2017. Dans la deuxième étape, nous avons projeté le PIB pour l'année 2023 à partir des données de la DGPPE (DGPPE, 2020, MIMEO²⁰). Dans la troisième étape, nous avons procédé au cadrage de la MCS de 2023 en multipliant les coefficients calculés lors de la première étape par le PIB estimé de 2023, de sorte à disposer d'une nouvelle MCS calée sur le PIB 2023. Enfin, dans la dernière étape, nous avons tenu compte du changement de la technologie l'économie sénégalaise à partir de 2023 avec la production de pétrole brut et de gaz brut et la production de l'électricité à partir d'un mix-énergie (pétrole raffiné et gaz). Ce changement technologique est pris en compte, en extrayant de la branche industrie composite initial, les secteurs du pétrole brut et gaz brut, dont le démarrage de l'exploitation est prévu à partir de 2023. Pour cela, nous avons d'abord procédé à l'intégration des secteurs de pétrole brut et gaz brut dans la structure de la MCS en utilisant les informations fournies par le ministère de l'énergie et du pétrole²¹. Ensuite, nous avons pris en compte la technologie de chacun de ces secteurs en nous inspirant de la structure des pays producteurs de pétrole en Afrique sub-saharienne comme l'Afrique du Sud, fournissant des données raffinées sur la technologie de production des secteurs du pétrole et gaz brut.

La spécification des fonctions de production, de consommation des ménages et des demandes d'importation et d'exportation requiert des paramètres tels que l'élasticité-revenu de la demande de produits, le paramètre de Frisch, l'élasticité de substitution entre le capital et le travail, l'élasticité de substitution entre les produits importés et locaux, l'élasticité de transformation entre les ventes extérieures et les ventes locales, et l'élasticité de la demande extérieure. En l'absence de données, ces paramètres n'ont pas été estimés sur le Sénégal. Ils ont été empruntés à la littérature des MEGC et à des études empiriques réalisées dans d'autres économies en développement présentant des similitudes avec le Sénégal²². Les élasticités associées à la fonction de productivité globale des facteurs sont empruntées aux travaux de Bronzini R., P. Piselli (2009). Tous les autres paramètres du modèle ont été calibrés à l'aide des données de la MCS du Sénégal, de manière à assurer la cohérence dans les données de l'année de base du modèle.

4.2.2. Structure de l'économie sénégalaise

L'économie sénégalaise est décrite à partir des données de la matrice de comptabilité sociale

¹⁹ Construite par Cabral et al. en 2017.

²⁰ Données fournies par des collaborateurs internes mais non encore rendues public.

²¹ Ministère de l'énergie, 2021, MIMEO.

²² Des détails sur les paramètres dans les MEGC sont apportés par Annabi et al. (2002).

(MCS) projetée en 2023. L'analyse des composantes sectorielles de la richesse nationale mesurée par la valeur ajoutée totale fait ressortir la prédominance du secteur des services marchands qui représente plus de la moitié de la valeur ajoutée totale (54,68 %). Le secteur industriel contribue à hauteur de 29,79 % à la formation du PIB dont 8,3 % provient des secteurs de l'énergie et du ciment. Les sous-secteurs du pétrole brut et du gaz brut contribuent respectivement à hauteur de 2,9 % et 2,7 % tandis les contributions du pétrole raffiné, de l'électricité et de la cimenterie sont estimées à respectivement 0,6 %, 0,9 % et 0,8 %. L'apport de l'agriculture à la création de richesses est relativement faible (15,66 %) (voir le tableau A1 de la section 8.2 pour plus de détails).

L'analyse de la structure de la valeur ajoutée totale atteste que globalement, l'économie sénégalaise est plus intensive en travail qu'en capital puisque les revenus du facteur travail contribuent à hauteur de 51% à la formation de la valeur ajoutée contre 49 % pour les revenus du facteur capital. Alors que l'agriculture et les services sont des secteurs relativement plus intensifs en facteur travail (respectivement 69 % et 56 % de la valeur ajoutée), l'industrie est relativement plus intensive en facteur capital qui représente 68 % de la valeur ajoutée (voir le tableau A2 de la section 8.2 pour plus de détails).

L'analyse de l'intensité énergétique des secteurs à travers la matrice de consommation intermédiaire de la MCS montre que les consommations de produits énergétiques comprenant les combustibles fossiles et l'électricité représente une part importante dans les consommations intermédiaires des secteurs énergétiques. En effet, le total de la consommation en pétrole brut, gaz et pétrole raffiné et électricité représente respectivement 78 %, 72 %, 52 % et 52 % des consommations intermédiaires des branches électricité, pétrole raffiné, pétrole brut et gaz (Tableau 4.1). Alors que le secteur de l'électricité consomme beaucoup plus de gaz brut et pétrole raffiné, ceux du pétrole et gaz brut sont davantage consommateurs de pétrole et gaz bruts. La cimenterie consomme moins de combustibles fossiles que les secteurs énergétiques, mais le processus de production du ciment libère lui-même du CO₂ dans l'atmosphère.

Tableau 4-1 : Structure de la consommation intermédiaire des branches énergétiques et du ciment

Produits	Secteurs				
	Pétrole brut	Gaz brut	Pétrole raffiné	Electricité	Cimenterie
Agriculture	0%	0%	0%	4%	28%
Industrie	86%	86%	87%	85%	57%
Pétrole brut-Gaz-Pétrole raffiné	52%	52%	72%	78%	15%
<i>Pétrole brut</i>	23%	23%	49%	0%	0%
<i>Gaz brut</i>	11%	11%	14%	29%	0%
<i>Pétrole raffiné</i>	11%	11%	0%	39%	5%
Electricité	7%	7%	9%	10%	10%
Ciment	0%	0%	0%	0%	14%
Services	14%	14%	13%	12%	15%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Source : Calculs à partir de la MCS projetée du Sénégal, 2023.

Le tableau 4.2 renseigne sur la structure des échanges extérieures du Sénégal. Il ressort que les importations de biens et services représentent près de 24 % de l'approvisionnement du marché intérieur (productions locales et importations) alors que seuls 18 % de la production

locale fait l'objet d'une exportation. Le secteur industriel est le plus ouvert sur les marchés extérieurs. Avec une part de 73 % des exportations totales, elle a le taux d'exportation le plus élevé (27 %) comparés aux autres secteurs. Le pétrole et gaz bruts, les produits pétroliers et le ciment figurent parmi les dix principaux produits industriels exportés par le Sénégal. Le gaz vient en première position avec une part de 20 %. Les produits pétroliers viennent en cinquième position derrière les autres produits alimentaires, les autres produits extractives et les produits manufacturés non alimentaires avec une part de 10 % des exportations industrielles totales. Le pétrole brut et le ciment viennent en sixième et septième position avec des parts respectives de 7 % et 6 % des exportations industrielles. L'examen du taux de pénétration des importations des produits industriels atteste que 40 % des approvisionnements du marché intérieur provient des marchés extérieurs. Les produits pétroliers viennent en deuxième position après les autres produits alimentaires de liste avec une part atteignant 11,5 % des importations totales de produits industriels. Ils sont suivis du pétrole brut (8 %). Le gaz brut occupe la quatrième position avec une part de 7,5 % du total.

Tableau 4-2 : Structure des exportations et importations

	Part des exportations du produit i (Xi) dans les exportations totales (EX) (en %)	Taux d'exportation (%)	Part dans les importations du produit i (Mi) dans les importations totales M (en %)	Taux de pénétration des importations (%)
	EXi/EX	EXi/XSi	Mi/M	Mi/Qi
AGRICULTURE	7%	9%	7%	14%
<i>Charbon</i>	0%	0%	2%	77%
INDUSTRIE	73%	27%	84%	40%
Huiles brutes d'arachides	1,55%	47,90%	0,00%	0,00%
Autres produits alimentaires	19,31%	20,20%	16,41%	27,37%
Zircon	0,27%	67,47%	0,00%	0,00%
Pétrole brut	7,12%	49,02%	8,14%	65,79%
Autres produits des industries extractives	15,65%	68,10%	7,99%	65,60%
Produits pétroliers	10,03%	57,61%	11,50%	73,18%
Gaz brut	20,28%	50,35%	7,51%	39,68%
Produits azotés et engrais	0,24%	20,96%	0,15%	22,84%
Autres produits chimiques de base	5,93%	23,67%	3,80%	25,84%
Ciment	6,39%	40,72%	0,00%	0,00%
Produits manufacturés non alimentaires	13,11%	38,53%	44,47%	78,83%
<i>Construction</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Eau</i>	0,01%	0,06%	0,00%	0,02%
<i>Electricité</i>	0,10%	0,47%	0,02%	0,17%
SERVICES	21%	9%	9%	6%
Total	100%	18%	100%	24%

Source : Calculs à partir de la MCS projetée du Sénégal, 2023.

L'analyse de la structure du revenu du gouvernement montre une prédominance des taxes indirectes. La TVA représente 32,87 % des recettes totales suivie des recettes assises sur le commerce extérieur (13 %) composées principalement des taxes à l'importation (13,26 %), les taxes à l'exportation étant quasi inexistantes (0,11 %). Les impôts et taxes sur le revenu et la richesse assurent 23,38 % du total des recettes de l'État et repose relativement plus sur les prélèvements sur les salaires (11,25 %) que sur les impôts payés par les sociétés

(10,85 %). Environ 9 % des recettes de l'Etat proviennent des transferts reçus du reste monde alors qu'environ 20 % provient des revenus de la propriété et du capital (voir le tableau A3 de la section 7.2 pour plus de détails).

Du côté des ménages, leurs sources principales de revenus sont les salaires, les revenus du capital, les transferts privés, les transferts publics et les transferts en provenance du reste du monde. La rémunération issue des facteurs de production constitue la première source de revenus des ménages. Elle représente 67 %, de leur revenu total dont 44 % est issu de la rémunération du facteur travail et 23 % des revenus du capital. Elle est suivie des transferts privés reçus (33 %) provenant des autres ménages (18 %), du reste du monde (11 %), des firmes (3 %), et du gouvernement (1 %). Toutefois, des disparités existent entre les ménages (voir le tableau A4 de la section 7.2 pour plus de détails).

L'examen de l'affectation des revenus montre que les dépenses des ménages sont fortement dominées par la consommation finale (61 %), suivies des transferts versés (22 %). Les impôts payés ne représentent que 2 % des dépenses des ménages sénégalais. La consommation des ménages est dominée par les produits industriels (31 %), suivis des services marchands (19 %) et des produits agricoles (12 %) (voir le tableau A5 de la section 7.2 pour plus de détails).

4.2.3. Estimation des émissions de gaz

La taxe carbone est déterminée selon deux cas de figure. Si le niveau cible de réduction des émissions est donné, le niveau correspondant de la taxe carbone peut être déterminé à partir du modèle comme une variable endogène. Lorsqu'il n'y a pas d'objectif spécifique de réduction des émissions, le taux de la taxe carbone peut être déterminé en tenant compte d'un niveau cible hypothétique de réduction des émissions (par exemple, Garbaccio et al. 1999) ou fixé de manière exogène (par exemple, Gottinger 1998).

Au Sénégal, la CDN a indiqué des objectifs de réduction des émissions de gaz en 2025 (5,09 %) et 2030 (7,03 %). Mais le Gouvernement du Sénégal ne compte pas uniquement sur la taxe carbone pour atteindre ses objectifs de réduction des émissions. Un ensemble d'instruments de soutien aux acteurs sont prévus et peuvent prendre les formes suivantes : i) des investissements dans les technologies à faible émission de carbone ; ii) des incitations à la production pour favoriser l'utilisation d'énergies moins polluantes ; iii) des transferts aux ménages et aux industries susceptibles d'être affectés par la taxe carbone. La démarche adoptée dans l'étude a consisté à montrer les conséquences potentielles de la taxe carbone sur l'économie sénégalaise dans le cas où le gouvernement la considère comme un instrument politique permettant de réduire les émissions de CO₂. Par conséquent, nous avons simulé l'impact de divers taux de taxe sur le carbone et considérant diverses options d'utilisation des revenus de la fiscalité carbone. Un taux de taxe carbone permettant d'atteindre les objectifs de réduction des émissions de la CDN figure dans la liste de taux.

Seules les émissions de CO₂ produites par la combustion de combustibles fossiles (celles issues des procédés industriels non comprises) sont prises en compte. Les autres types d'émissions de gaz ne sont pas prises en compte du fait de l'absence de données suffisantes pour estimer leurs niveaux à l'année de base du modèle. Ainsi, pour chaque secteur de production, les émissions émises ont été calculées sur la base des consommations intermédiaires en combustibles fossiles et des coefficients d'émission correspondants fournis par l'IPPC. Les combustibles fossiles concernées sont outre le pétrole et le gaz bruts, les produits pétroliers et le charbon (houille) qui est particulièrement utilisé par les cimenteries.

5 Résultats de l'évaluation quantitative

L'évaluation de l'impact d'une taxe carbone nécessite une comparaison des performances de l'économie avec une taxe carbone à un scénario de référence où aucune taxe carbone n'est appliquée. Le scénario de référence ou Business-As-Usual (BAU) fournit une situation contrefactuelle calibrée sur les données de base de l'économie nationale pour une période donnée (2023) et est basé sur des hypothèses concernant le fonctionnement de l'économie nationale et les équilibres macroéconomiques. Les simulations consistent en l'imposition d'une taxe sur les émissions de carbone générées par la production. Pour cela nous introduisons une taxe ad valorem sur l'utilisation des quatre sources d'énergie fossiles locales et importées - charbon, pétrole et gaz bruts et pétrole raffiné - comme intrants intermédiaires dans la production de biens et de services. Le taux de taxe est différencié en fonction de la teneur en carbone de chaque combustible. Lorsque la taxe est imposée, le modèle est exécuté sans autre changement sur les hypothèses de base jusqu'à ce qu'un nouvel état d'équilibre soit atteint. Nous comparons alors les nouveaux résultats avec ceux du scénario de référence pour évaluer l'impact de la taxe carbone : variation en pourcentage par rapport au scénario de référence.

5.1. Description des scénarios

Le processus de consultation des acteurs a conduit à l'identification d'une liste de treize simulations de politiques de taxe carbone présentés dans le tableau 5.1 ci-dessous. Ces simulations diffèrent du BAU non seulement en raison de l'imposition d'une taxe sur le carbone, mais aussi en raison d'un ensemble de décisions concernant (i) l'assiette de la taxe, (ii) l'évolution temporelle des prix du carbone, et (iii) la manière d'utiliser les ressources collectées par la taxe carbone. Pour des hypothèses sur le scénario de référence restant inchangées, les décisions prises sur chacun de ces éléments impliqueront des impacts différents sur l'économie par rapport au scénario de référence. Les treize simulations réalisées sont réparties en trois grandes séries de simulations²³ de politique de taxe carbone. Les deux premières séries (Série A et Série B) comportent des scénarios de taxe carbone simple où aucune politique de redistribution des recettes de taxe carbone collectées n'est mise en place. En revanche, la troisième série de simulation (Série C) comporte des scénarios de taxe carbone avec différentes conceptions de l'utilisation des taxes collectées.

Scénario de référence ou Business-As-Usual (BAU)

Notre scénario de référence est calibré sur les données de l'économie sénégalaise fournies par la MCS de 2023, construite à partir de celle élaborée en 2017 par Cabral, F.J. et al. (2020). Il est basé sur l'hypothèse que les exploitations du pétrole et du gaz du Sénégal vont démarrer à partir de l'année 2023 ce qui a conduit à un ajustement des variables macroéconomiques de la MCS à partir des données prévisionnelles des comptes nationaux du Sénégal pour l'année 2023. La structure de production dans le secteur de l'électricité intègre les objectifs de la CDN qui encourage les technologies moins polluantes utilisant plus de gaz et moins les autres énergies fossiles.

²³ Une série de scénarios signifie un ensemble de simulations explorant des variations autour d'une option sur (i) l'assiette de la taxe, (ii) la trajectoire temporelle des prix du carbone ou (iii) la manière d'utiliser les ressources collectées par la taxe carbone.

Tableau 5-1 : Description des scénarios de politique de taxe carbone

SERIE A	Différentes taxes carbone (TC) appliquées aux secteurs de l'énergie et du ciment	Sim 1 : TC fixe 30 \$, énergie & ciment*	TC fixe de 30 \$ appliquée aux secteurs de l'énergie et du ciment, sans recyclage de recettes
		Sim 2 : TC croissante à 30 \$, énergie & ciment*	TC à prix croissant appliquée aux secteurs de l'énergie et du ciment, sans recyclage de recettes (5;5;10;10;15;20;25;30)
		Sim 3 : TC fixe 170 \$, énergie & ciment*	TC fixe de 170 \$ appliquée aux secteurs de l'énergie et du ciment, sans recyclage de recettes (atteint l'objectif agrégé des CND)
		Sim 4 : TC fixe 5 \$, énergie & ciment*	TC fixe de 5 \$ appliquée aux secteurs de l'énergie et du ciment, sans recyclage des recettes. 5 \$ est le taux moyen de la TC dans les PVD
SERIE B	Taxe carbone (TC) fixe de 5\$ appliquée à un secteur spécifique	Sim 4a : TC fixe 5 \$, électricité*	TC fixe de 5 \$ appliquée au secteur de l'électricité, sans recyclage des recettes. 5 \$ est le taux moyen de la taxe sur le carbone dans les PVD
		Sim 4b : TC fixe 5 \$, pétrole & gaz*	TC fixe de 5 \$ appliquée au secteur pétrolier et gazier, sans recyclage des recettes. 5 \$ est le taux moyen de la taxe sur le carbone dans les PVD
		Sim 4c : TC fixe 5 \$, ciment*	TC fixe de 5 \$ appliquée au secteur du ciment, sans recyclage des recettes. 5 \$ est le taux moyen de la taxe sur le carbone dans les PVD
SERIE C	Taxe carbone (TC) fixe de 30 \$ appliquée aux secteurs de l'énergie et du ciment, avec différentes formes de recyclage des recettes	Sim 1a : Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages	TC fixe de 30 \$ appliquée aux secteurs de l'énergie et du ciment. Une partie des recettes est utilisée pour doubler les transferts publics à tous les ménages de la distribution des revenus (TRHH)
		Sim 1b : Sim 1 avec transferts publics aux ménages pauvres	TC fixe de 30 \$ appliquée aux secteurs de l'énergie et du ciment, dont une partie des recettes est utilisée pour doubler les transferts publics aux ménages situés dans les quatre déciles inférieurs de la distribution des revenus (TRHH)
		Sim 1c : Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz	TC fixe de 30 \$ appliquée aux secteurs de l'énergie et du ciment, dont les recettes sont utilisées pour réduire de 30 % la TVA initiale sur le gaz
		Sim 1d : Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur l'électricité	TC fixe de 30 \$ appliquée aux secteurs de l'énergie et du ciment, dont les recettes sont utilisées pour réduire de 30 % la TVA initiale sur l'électricité
		Sim 1e : Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz & l'électricité	TC fixe de 30 \$ appliquée aux secteurs de l'énergie et du ciment. Les recettes sont utilisées pour réduire de 30 % la TVA initiale sur le gaz & l'électricité
		Sim 1f : Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA initiale de 15 %.	TC fixe de 30 \$ appliquée aux secteurs de l'énergie et du ciment, dont les recettes sont utilisées pour réduire la TVA initiale de 15 %

*sans recyclage de recettes

Scénario de taxe carbone simple

La première série de simulations de politique (Série A) comprend les quatre premières simulations (Sim 1 à Sim 4) figurant dans le premier bloc des simulations dans le tableau 1. Elle suppose différents prix de taxe carbone appliqués à tous les secteurs de l'énergie (électricité, pétrole et gaz bruts et pétrole raffiné) et du ciment.²⁴ Quatre niveaux de prix carbone sont envisagés. Un premier prix carbone sous la forme d'une taxe annuelle constante de 30 \$ par tonne de CO₂ (tCO₂) (Sim 1), un second sous la forme d'une taxe de 30\$ qui croît progressivement de 5 \$ à la première année à 30\$ en 2030 (Sim 2), un troisième prix carbone sous la forme d'une taxe constante de 170 \$ correspondant à un niveau qui permet d'atteindre les objectifs nationaux de réduction des émissions de gaz fixés dans la CDN pour les années 2025 et 2030 à respectivement 5,09% et 7,03% (Sim 3) et enfin un prix carbone sous la forme d'une taxe constante plus faible de 5 \$ (Sim 4). Même si le scénario d'une taxe carbone de 170 \$ est peu réaliste pour le Sénégal en raison de sa faisabilité liée à son coût élevé, il est informatif à l'endroit des décideurs par rapport aux scénarii possibles²⁵ qui mèneraient vers l'atteinte des objectifs de la CDN du Sénégal en termes de réduction des émissions de gaz à l'horizon 2030. Pour les différents niveaux de taxe carbone, les recettes collectées sont entièrement utilisées pour réduire le déficit public ou augmenter le niveau de l'épargne nationale. Aucun mécanisme de redistribution des recettes n'est envisagé.

La deuxième série de simulations (Série B) comprend trois variantes de la simulation 4 (Sim 4a, Sim 4b et Sim 4c) figurant dans le deuxième bloc des simulations dans le tableau 1. Il consiste en un prix moyen du carbone de 5 \$ appliqué à un secteur spécifique de l'énergie ou du ciment. On suppose un prix carbone sous la forme d'une taxe constante de 5 \$²⁶ par tonne de CO₂ appliquée respectivement au secteur de l'électricité (Sim 4a), du pétrole et gaz bruts (Sim 4b) et du ciment (Sim 4c). Comme pour le cas du Scénario A, aucun mécanisme de redistribution des recettes collectées sur la taxe carbone n'est appliqué.

Scénarios avec différentes caractéristiques de conception fiscale

Le mode de recyclage des recettes de la taxe carbone influence fortement les résultats distributifs. Ainsi la troisième série de scénarios de politique de taxe carbone (Série C) considérée consiste en 6 simulations qui sont des variantes de la simulation 1. Elle suppose l'application d'un prix carbone constant de trente dollars par tonne d'émissions de CO₂ (30\$/tCO₂) appliqué à tous les secteurs de l'énergie et du ciment dans l'hypothèse de la mise en place d'un système de recyclage des recettes collectées sous la forme d'une augmentation des transferts publics versés aux ménages ou d'une réduction de taxes sur la valeur ajoutée de différents produits. Dans le cas où le recyclage des recettes est fait sous la forme de transferts versés aux ménages, deux cas de figure sont envisagés : le doublement des niveaux initiaux de transferts publics versés à tous les ménages (Sim 1a) et le doublement des transferts publics versés aux ménages les plus pauvres (ceux appartenant aux quatre déciles les plus bas de la distribution des revenus) (Sim 1b). En revanche, dans le cas d'un recyclage des recettes de la taxe carbone sous la forme d'une réduction de taxes, les recettes sont utilisées pour réduire de 30% les TVA sur le gaz (Sim 1c), l'électricité (Sim 1d), le Gaz et l'électricité (Sim 1e) ou pour réduire de 15% la TVA sur tous les produits (Sim f). Du fait des interactions entre les agents économiques et entre les marchés dans un cadre d'équilibre général, la manière d'utiliser les recettes issues de la taxe carbone aura d'importantes implications qui doivent être considérées.

²⁴ Dans le secteur du ciment, les émissions provenant des procédés ne sont pas prises en compte dans l'analyse.

²⁵ Nous avons effectué d'autres simulations (non reportés dans ce rapport) qui ont montré qu'une taxe carbone de 130\$/tCO₂ appliquée à tous les secteurs économiques conduirait aussi à l'atteinte des objectifs de la CDN en réduction des émissions.

²⁶ Il s'agit de la taxe carbone moyenne non pondérée (c'est-à-dire pas le prix du carbone qui pourrait également signifier le prix des quotas dans un système d'échange de quotas d'émission) utilisée dans les pays en développement.

5.2. Aperçu des principaux résultats des scénarios évalués quantitativement

La taxe carbone vise d'abord à réduire les émissions de gaz. Les recettes qu'elle génère peuvent être utilisées pour diminuer d'autres impôts « pénalisants », améliorer l'efficacité du système fiscal, créer des emplois ou réduire les inégalités entre des groupes de populations. La taxe carbone peut permettre d'améliorer la qualité de l'environnement (dividende environnemental), réduire les distorsions fiscales existantes (dividende d'efficacité du système fiscal), d'augmenter les emplois (dividende emploi) ou réduire les inégalités (dividende social). Les impacts peuvent être forts ou faibles. Dans les développements qui suivent, nous analysons les impacts globaux sur les émissions et les variables macroéconomiques de la taxe carbone au Sénégal. Les impacts sur les scénarii de la série B étant quasiment nuls, nous mettons l'accent dans les commentaires qui suivent sur les résultats des simulations de séries A et C et pour l'année 2030. Pour la série A, la simulation 3 sera exceptionnellement évoquée.

5.2.1. Impacts sur les émissions

L'objectif premier de la taxe carbone est de lutter contre le changement climatique, il est donc important d'examiner d'abord ses impacts sur les émissions. Le tableau 5.2 présente les résultats agrégés et sectoriels des émissions de CO₂ dans différents scénarii de taxe carbone avec et sans recyclage des recettes. Ces résultats sont exprimés en valeurs absolues et en termes de variations en pourcentage par rapport au scénario de référence et sont présentés pour les années 2023, 2025 et 2030.

Dans les différents scénarios, l'introduction d'une taxe sur le carbone augmente immédiatement le coût des combustibles fossiles, ce qui incite les consommateurs de combustibles fossiles à se tourner vers d'autres produits énergétiques, réduisant ainsi la demande de combustibles fossiles et, par conséquent, les émissions. En 2023, les émissions de CO₂ baisseraient entre 29313 kt (kilotonnes) de CO₂ (0,7 %) en Sim 1 et 29488 kt/ CO₂ (0,14 %) en Sim 4 par rapport au sentier de référence. Cet effort de réduction s'accroîtrait progressivement pour atteindre 34000kt, soit une réduction de 1,02 point de pourcentage par rapport au scénario de référence. Comme on s'y attendait, les réductions d'émissions augmentent à mesure que le prix du carbone augmente. Par exemple, si la taxe carbone est de 5\$ (Sim 4), les émissions varieront de 29488,4 kt de CO₂ en 2023 à 30948,5 kt et 34934kt de CO₂ respectivement en 2025 et 2030. Lorsque la taxe atteint 30\$, le niveau des émissions diminue de 34500 kt en moyenne. Le rythme de progression de la taxe carbone a une influence sur les émissions. En 2030, les émissions de carbone sont davantage réduites dans Sim1 (1,50 %) que dans Sim2 (1,09 %). En d'autres termes, en cas de non-recyclage des recettes de la fiscalité carbone, pour une taxe carbone égale, nous pouvons réduire davantage les émissions en imposant une taxe carbone constante et uniforme dès la première année qu'en appliquant un taux croissant qui évolue progressivement avec le temps.

Tableau 5-2 : Variation des émissions en kilo tonnes de CO₂ et variation en point de pourcentage par rapport au scénario de base en 2023, 2025, 2030

			Niveau des émissions en kilo tonnes de CO ₂			Variation des émissions par rapport au BAU (en point de pourcentage)		
			2023	2025	2030	2023	2025	2030
BAU		Scénario de référence	29529	31011	35041	-	-	-
SERIE A	Différentes taxes carbone (TC) appliquées aux secteurs de l'énergie et du ciment	Sim 1 : TC fixe 30 \$, énergie & ciment*	29319	30694	34515	-0,71	-1,02	-1,5
		Sim 2 : TC croissante à 30 \$, énergie & ciment*	29488	30917	34647	-0,14	-0,18	-1,09
		Sim 3 : TC fixe 170 \$, énergie & ciment*	28416	29454	32557	-3,77	-5,02	-7,09
		Sim 4 : TC fixe 5 \$, énergie & ciment*	29488	30948	34934	-0,14	-0,2	-0,31
SERIE B	Taxe carbone (TC) fixe de 5\$ appliquée à un secteur spécifique	Sim 4a : TC fixe 5 \$, électricité*	29520	30999	35019	-0,03	-0,04	-0,06
		Sim 4b : TC fixe 5 \$, pétrole & gaz*	29522	31003	35028	-0,02	-0,03	-0,04
		Sim 4c : TC fixe 5 \$, ciment*	29503	30969	34969	-0,09	-0,13	-0,21
SERIE C	Taxe carbone (TC) fixe de 30 \$ appliquée aux secteurs de l'énergie et du ciment, avec différentes formes de recyclage des recettes	Sim 1a : Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages	29318	30647	34291	-0,71	-1,17	-2,14
		Sim 1b : Sim 1 avec transferts publics aux ménages pauvres	29318	30668	34405	-0,71	-1,11	-1,81
		Sim 1c : Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz	29313	30687	34494	-0,73	-1,04	-1,56
		Sim 1d : Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur l'électricité	29318	30692	34499	-0,71	-1,03	-1,55
		Sim 1e : Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz & l'électricité	29380	30707	34411	-0,50	-1,04	-1,56
		Sim 1f : Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA initiale de 15 %.	29380	30707	34411	-0,5	-0,98	-1,8

Source : A partir des résultats des simulations.

L'évolution du bien-être ne reflète toutefois pas l'évolution du revenu et de l'épargne publics qui ont augmenté en même temps que la taxe carbone. Ce qui indique que le montant des ressources de la taxe recyclées à des fins de mesures compensatoires est moins importante que les recettes totales de la taxe sur le carbone.

Les secteurs clés enregistrent une baisse de leurs émissions de CO₂ dès l'année de la mise en place de la fiscalité carbone, mais avec des proportions différentes. Ce sont les secteurs de l'énergie²⁷ et du ciment couverts par la taxe qui sont à l'origine de la plus grande partie de la baisse des émissions car ils subissent l'impact direct. La section sur l'analyse sectorielle des résultats y reviendra plus en détail. Les autres secteurs sont également affectés à travers les canaux des interactions dans un cadre d'équilibre général mais l'effet peut être négatif ou positif.²⁸

Le dividende environnemental est atteint lorsqu'une taxe sur le carbone invraisemblablement élevée de 170 \$/t CO₂ (Sim3) est appliquée. Il permet d'atteindre les niveaux d'émissions de la CDN en limitant le paiement de la taxe aux secteurs de l'énergie et du ciment. Cependant, l'introduction d'un taux de taxe carbone aussi élevé se heurterait à des contraintes de politique économique et pourrait accroître la pauvreté énergétique. En outre, elle représenterait un choc majeur dans un pays en développement. Par conséquent, nous évoquons ci-dessous les résultats quantitatifs de ce scénario dans un souci d'exhaustivité, mais ne procédons pas à une discussion approfondie.

5.2.2. Impacts économiques globaux

Les tableaux 5.3a et 5.3b ci-dessous présentent, pour les différents scénarios, les impacts de la taxe carbone sur diverses variables macroéconomiques tels que le PIB, la demande de travail, le taux de chômage, les échanges extérieurs, les revenus publics et le bien-être des ménages. On constate que la plupart des variables se dégradent en raison de la taxe carbone. Parmi les variables macroéconomiques présentées dans le tableau 5.3a, le pourcentage de réduction du PIB est le plus faible, tandis que celui de la demande finale (notamment les exportations) est le plus élevé. Il ressort des résultats des simulations que les réductions en pourcentage des variables macroéconomiques sont d'autant plus importantes que le taux de taxe carbone est élevé et que la taxe est appliquée annuellement de manière constante. Les valeurs sont globalement plus élevées en 2030 qu'en 2025. Il ressort du tableau les tendances ci-dessous. Les observations et les analyses présentées dans la suite de cette section se limiteront à l'année 2030 et aux scénarios autres que le Sim 3 pour les raisons mentionnées précédemment.

L'augmentation des coûts des combustibles fossiles consécutive à la mise en place de la taxe carbone conduit à un impact négatif sur l'économie sénégalaise, se traduisant par une diminution du PIB variant d'un niveau quasiment nul à un niveau de 0,14 points de pourcentage en 2030 par rapport aux valeurs de l'année de référence. Cette réduction de l'activité économique provoque une réduction de la demande de main-d'œuvre variant également d'un niveau presque nul à un niveau de 0,6 points de pourcentage en 2030 par rapport au scénario de référence. Ce sont les segments du marché du travail des peu qualifiés et très qualifiés qui sont relativement plus affectés par la réduction de la demande de travail. En revanche les segments des non qualifiés et moyennement qualifiés, semblent tirer avantage des effets de réallocation des ressources ayant conduit à une hausse légère de leur niveau.

La mise en place de la taxe carbone au Sénégal augmenterait les coûts des combustibles utilisées dans la production et rendrait les exportations moins compétitives en comparaison aux produits étrangers devenus moins chers. Il s'en suit une baisse des exportations de

²⁷ Il s'agit des secteurs de l'électricité, du pétrole et gaz bruts et du pétrole raffiné.

²⁸ La section analyse des impacts sectoriels discutera de ce point.

respectivement 2,08, 1,37 et 0,41 points de pourcentage dans Sim 1, Sim 2 et Sim 4 par rapport au scénario de référence.

La baisse des emplois et du salaire moyen consécutive à la taxe carbone entraîne une baisse du revenu nominal de 1,71 (Sim 1 et Sim 2) et 0,34 (Sim 4) points de pourcentage et décourage la consommation des ménages qui diminue à un niveau inférieur à celui du revenu nominal. La baisse des prix est inférieure à celle du revenu nominal et entraîne ainsi une baisse du bien-être des ménages. Par rapport au scénario de référence, le bien-être global des ménages diminue de 0,59, 0,54 et 0,12 points de pourcentage respectivement dans Sim 1, Sim 2 et Sim 4.

L'évolution du bien-être ne reflète toutefois pas l'évolution du revenu et de l'épargne publics qui ont augmenté en même temps que la taxe carbone. Ce qui indique que le montant des ressources de la taxe recyclées à des fins de mesures compensatoires est moins importante que les recettes totales de la taxe sur le carbone.

Le recyclage des revenus de la taxe carbone a un effet atténuant sur les résultats des simulations. Par exemple, par rapport à la situation de référence, une taxe carbone de 30 \$/t CO₂ sans recyclage des recettes (Sim1) diminue le PIB de 0,15 points de pourcentage tandis que la même taxe carbone avec un recyclage des recettes diminue le PIB jusqu'à respectivement 0,06 (Sim 1c et Sim 1e) points de pourcentage. L'option du recyclage des recettes de taxe a aussi un impact sur les résultats. On constate par exemple que, due à la baisse du coût des intrants qu'il induit, l'impact dégressif²⁹ d'une taxe carbone sur le PIB serait plus faible dans le cas où les recettes fiscales sont utilisées pour financer des réductions de taux de tva sur les produits énergétiques (Sim 1c et Sim 1 e) que dans le cas où le recyclage des recettes consiste en un transfert forfaitaire versé aux ménages (Sim 1a et Sim 1b).

²⁹ Une taxe carbone simple est par nature régressive, parce qu'elle impose le même coût sur les pauvres et les riches. Mais un recyclage des recettes de taxe carbone peut inverser cette situation parce que chaque franc qui est retourné a davantage de valeur pour un ménage à faibles revenus que pour un ménage riche.

Tableau 5-3a : Résultats de simulations en 2030. En pourcentage par rapport au scénario de référence.

Simulations description	SERIE A								SERIE B						SERIE C													
	Sim 1: TC fixe 30 \$, énergie & ciment*		Sim 2: TC croissante a 30 \$, énergie & ciment*		Sim 3: TC fixe 170 \$, énergie & ciment*		Sim 4: TC fixe 5 \$, énergie & ciment*		Sim 4a: TC fixe 5 \$, électricité*		Sim 4b: TC fixe 5 \$, pétrole & gaz*		Sim 4c: TC fixe 5 \$, ciment*		Sim 1a: Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages		Sim 1b: Sim 1 avec transferts publics aux ménages pauvres		Sim 1c: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz		Sim 1d: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur l'électricité		Sim 1e: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz & l'électricité		Sim 1f: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA initiale de 15 %			
	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030
PIB total	-0.02	-0.15	-0.04	-0.10	-0.09	-0.30	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.06	-0.13	-0.04	-0.09	-0.02	-0.06	-0.03	-0.06	-0.02	-0.06	-0.05	-0.13	-0.05	-0.07
Consommation privé	-0.05	0.02	0.01	-0.13	-0.20	-0.13	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.18	-0.13	-0.11	-0.07	-0.05	-0.03	-0.05	-0.03	-0.05	-0.03	-0.10	-0.07	-0.03	-0.07
Consommation publique	0.15	-0.31	-0.09	0.06	0.86	-0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.38	0.00	0.26	-0.01	0.15	-0.01	0.15	-0.01	0.15	-0.01	0.24	-0.04	0.24	-0.04	
Investissement	-0.15	0.16	0.05	-0.31	-0.68	-0.13	-0.03	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.02	-0.01	0.03	-0.01	-0.19	-0.01	-0.15	-0.04	-0.15	-0.04	-0.15	-0.04	-0.26	-0.07	-0.26	-0.07
Commerce international																												
Importations	-0.31	-0.61	-0.03	-0.40	-1.33	-2.92	-0.06	-0.13	0.00	-0.01	0.00	-0.01	-0.05	-0.11	-0.58	-1.20	-0.43	-0.91	-0.31	-0.69	-0.31	-0.69	-0.31	-0.69	-0.39	-0.95	-0.39	-0.95
Exportations	-1.11	-2.08	-0.19	-1.37	-4.64	-8.68	-0.21	-0.41	-0.01	-0.03	-0.01	-0.02	-0.19	-0.36	-1.36	-3.08	-1.23	-2.55	-1.14	-2.16	-1.12	-2.13	-1.14	-2.16	-1.11	-2.60	-1.11	-2.60
Compte du gouvernement																												
Revenus	4.42	3.66	0.94	4.71	22.71	17.36	1.94	1.98	0.39	0.43	0.32	0.35	1.23	1.19	4.13	2.38	4.31	2.95	9.43	9.35	9.40	9.32	9.43	9.35	7.85	7.16	7.85	7.16
Epargne	4.66	3.93	1.02	5.04	23.77	18.24	2.78	2.84	0.55	0.62	0.46	0.51	1.76	1.70	4.09	2.37	4.43	3.10	13.51	13.38	13.48	13.35	13.51	13.38	11.26	10.25	11.26	10.25
Total emissions CO2	-1.02	-1.50	-0.18	-1.09	-5.02	-7.09	-0.20	-0.31	-0.04	-0.06	-0.03	-0.04	-0.13	-0.21	-1.17	-2.14	-1.11	-1.81	-1.04	-1.56	-1.03	-1.55	-1.04	-1.56	-0.98	-1.80	-0.98	-1.80
Pétrole brut	-0.69	-1.90	-0.07	-0.82	-4.85	-11.93	-0.14	-0.36	0.00	0.01	0.00	0.01	-0.14	-0.38	-0.91	-2.81	-0.79	-2.26	-0.70	-1.84	-0.69	-1.84	-0.70	-1.84	-0.94	-2.68	-0.94	-2.68
Gaz brut	-1.22	-3.21	-0.12	-1.47	-6.52	-16.70	-0.23	-0.62	0.01	0.01	0.00	0.01	-0.24	-0.64	-1.42	-4.09	-1.31	-3.60	-1.22	-3.22	-1.21	-3.22	-1.22	-3.22	-1.44	-3.95	-1.44	-3.95
Pétrole raffiné	-11.93	-13.83	-1.95	-12.45	-46.80	-51.00	-2.17	-2.75	0.00	0.00	0.02	0.02	-2.19	-2.77	-12.12	-15.63	-12.07	-15.29	-12.05	-15.07	-11.98	-15.00	-12.05	-15.07	-11.86	-15.23	-11.86	-15.23
Electricité	-6.73	-11.40	-1.42	-7.51	-39.75	-58.24	-1.66	-2.84	-1.42	-2.49	-0.02	-0.04	-0.22	-0.32	-6.95	-12.09	-6.92	-11.90	-6.95	-11.83	-6.88	-11.74	-6.95	-11.83	-6.41	-11.28	-6.41	-11.28
Ciment	-2.32	-3.30	-0.45	-2.46	-12.27	-16.59	-0.49	-0.71	-0.10	-0.15	-0.24	-0.31	-0.16	-0.24	-3.67	-5.60	-2.92	-4.32	-2.42	-3.45	-2.34	-3.34	-2.42	-3.45	-2.18	-3.66	-2.18	-3.66
Prix moyen à la consommation	-0.43	-0.32	-0.18	-0.42	-2.01	-1.57	-0.08	-0.07	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.08	-0.07	-0.31	-0.11	-0.37	-0.24	-0.42	-0.34	-0.44	-0.36	-0.42	-0.34	-0.87	-0.66	-0.87	-0.66
Revenu nominal	-1.49	-1.71	-0.54	-1.71	-7.14	-8.25	-0.28	-0.34	-0.03	-0.03	-0.01	-0.01	-0.24	-0.30	-0.08	-0.70	-0.89	-1.33	-1.53	-1.83	-1.49	-1.79	-1.53	-1.83	-1.02	-1.34	-1.02	-1.34
Bien-être	-0.46	-0.59	-0.16	-0.54	-2.28	-2.92	-0.09	-0.12	-0.01	-0.02	0.00	-0.01	-0.07	-0.10	0.26	-0.16	-0.15	-0.42	-0.47	-0.63	-0.46	-0.61	-0.47	-0.63	0.18	-0.01	0.18	-0.01

Source : Résultats des simulations.

Tableau 5.3b Impacts sur le marché du travail 2025 et 2030. Variation en % par rapport au BAU.

Simulations description	SERIE A								SERIE B						SERIE C											
	Sim 1: TC fixe 30 \$, énergie & ciment*		Sim 2: TC croissante a 30 \$, énergie & ciment*		Sim 1a: Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages		Sim 1a: Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages		Sim 1a: Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages		Sim 1a: Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages		Sim 1a: Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages		Sim 1a: Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages		Sim 1a: Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages		Sim 1a: Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages		Sim 1a: Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages		Sim 1f: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA initiale de 15 %.			
	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030
Demande d'emplois totale	-0.45	-0.64	-0.10	-0.51	-2.18	-2.80	-0.08	-0.11	-0.01	-0.01	0.00	0.00	-0.07	-0.09	-0.37	-0.57	-0.41	-0.57	-0.46	-0.60	-0.45	-0.59	-0.46	-0.60	-0.25	-0.39
L0 = Non qualifiés	0.08	0.12	0.02	0.09	0.27	0.50	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.31	0.30	0.21	0.21	0.09	0.12	0.08	0.11	0.09	0.12	0.06	0.08
L1 = Peu qualifiés	-0.48	-0.79	-0.13	-0.54	-2.53	-3.32	-0.09	-0.13	-0.01	-0.02	0.00	0.00	-0.07	-0.11	-0.26	-0.61	-0.34	-0.62	-0.50	-0.70	-0.49	-0.68	-0.50	-0.70	-0.12	-0.28
L2 = Moyenne-ment qualifiés	0.35	0.22	0.03	0.40	1.35	1.25	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06	0.52	0.34	0.43	0.33	0.34	0.30	0.35	0.31	0.34	0.30	0.69	0.76
L3 = Très qualifiés	-0.14	-0.44	-0.08	-0.15	-0.83	-1.41	-0.03	-0.06	-0.01	-0.01	0.00	0.00	-0.02	-0.04	0.01	-0.31	-0.06	-0.30	-0.16	-0.33	-0.14	-0.31	-0.16	-0.33	0.30	0.24
Taux de salaire moyen	-1.03	-0.98	-0.16	-1.04	-4.79	-4.79	-0.20	-0.21	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.17	-0.18	-0.89	-0.96	-0.96	-1.02	-1.06	-1.09	-1.03	-1.07	-1.06	-1.09	-0.66	-0.70
L0 = Non qualifiés	-1.40	-1.44	-0.24	-1.42	-6.58	-6.80	-0.27	-0.29	-0.03	-0.03	-0.01	-0.01	-0.23	-0.25	-1.11	-1.32	-1.27	-1.42	-1.44	-1.54	-1.40	-1.51	-1.44	-1.54	-0.85	-0.99
L1 = Peu qualifiés	-0.57	-0.43	-0.06	-0.59	-2.56	-2.30	-0.11	-0.11	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	-0.10	-0.09	-0.59	-0.51	-0.58	-0.53	-0.59	-0.56	-0.58	-0.55	-0.59	-0.56	-0.42	-0.35
L2 = Moyenne-ment qualifiés	-0.69	-0.54	-0.09	-0.70	-2.99	-2.70	-0.13	-0.12	-0.01	-0.01	0.00	0.00	-0.11	-0.11	-0.83	-0.69	-0.75	-0.66	-0.71	-0.66	-0.69	-0.65	-0.71	-0.66	-0.59	-0.48
L3 = Très qualifiés	-0.44	-0.25	-0.04	-0.45	-1.94	-1.57	-0.08	-0.07	-0.01	-0.01	0.00	0.00	-0.07	-0.06	-0.51	-0.37	-0.47	-0.37	-0.45	-0.38	-0.44	-0.37	-0.45	-0.38	-0.35	-0.22
Taux de chômage																										
L1 = Peu qualifiés	5.44	6.91	1.21	5.43	26.38	30.21	1.03	1.20	0.12	0.11	0.05	0.05	0.86	1.04	4.29	6.07	4.83	6.16	5.61	6.51	5.47	6.37	5.61	6.51	2.94	4.21
L2 = Moyenne-ment qualifiés	6.83	8.35	1.53	6.76	32.83	36.53	1.27	1.41	0.15	0.14	0.04	0.03	1.08	1.24	7.15	8.22	6.88	7.78	7.01	7.72	6.87	7.57	7.01	7.72	4.96	5.75
L3 = Très qualifiés	3.90	4.83	0.89	3.86	17.80	19.97	0.74	0.82	0.09	0.08	0.03	0.03	0.62	0.72	3.38	4.34	3.59	4.29	4.03	4.46	3.93	4.36	4.03	4.46	2.22	2.78

Source : Résultats des simulations.

5.2.3. Impacts sur le PIB

Le prélèvement d'une taxe sur le carbone permettrait de réduire les émissions de carbone, mais s'accompagnerait également d'une légère réduction de la croissance économique (Tableau 5.4). Cette légère baisse de la croissance s'explique par l'augmentation des coûts des combustibles fossiles consécutive à la mise en place de la taxe carbone³⁰. Il s'en suit une réduction de la demande industrielle de combustibles fossile qui va provoquer une contraction de la production et des composantes de la demande finale (consommation privée, consommation publique et exportations). Le PIB simulé en 2030 est inférieur d'environ 0,1 % à celui du scénario de référence dans tous les scénarios, à l'exception de Sim2. La croissance moyenne du PIB varie de 0 à 0,15 point de pourcentage de moins avec la tarification du carbone que dans le scénario BAU, selon le scénario. Il s'agit d'une légère baisse par rapport au taux de croissance attendu de 13 % par an dans le scénario de référence. Pour toutes les simulations, le niveau de baisse du PIB est plus élevé dans le long terme (2030) que dans le moyen terme (2025). Par exemple lorsque la taxe carbone est de 30\$ (Sim1), le PIB diminue de 0,02 point de pourcentage en 2025 à 0,15 point de pourcentage en 2030 par rapport au scénario de référence. Un autre résultat intéressant est que la diminution du PIB est d'autant plus importante que le taux de taxe carbone est élevé. Alors qu'avec une taxe carbone constante de 5\$ appliqué à tous les secteurs de l'énergie et du ciment (Sim 4), le PIB diminue de 0,01 point de pourcentage seulement en 2030, l'application d'une taxe carbone constante de 30\$ (Sim1), diminue le PIB de 0,14 point de pourcentage pour la même année. La baisse du PIB est plus accentuée lorsque la taxe carbone est à son niveau élevé de 170 \$ (Sim 2) qui est une des options possibles pour obtenir l'objectif de la CDN de réduction de 7% les émissions de gaz en 2030. Dans ce cas, le PIB baisserait de 0,30 point de pourcentage par rapport au scénario de référence à l'horizon 2030.

Lorsque les recettes de la fiscalité carbone sont recyclées sous forme de réduction de taxe ou de transferts aux groupes de ménages, la taxe carbone a un effet moins important sur le PIB du fait du processus de rétroaction qui s'opère dans un cadre d'équilibre général. Par exemple, une réduction de l'impôt sur les ventes de gaz (Sim 1c), de l'électricité (Sim 1d) ou du gaz et de l'électricité (Sim 1e) a des effets négatifs sur le PIB moins importants que les autres scénarios de politique. Pour Sim 1c, le PIB diminue de 0,06 point de pourcentage comparé au scénario de référence alors qu'en Sim 1, il diminue jusqu'à 0,14 point de pourcentage. La raison est que la baisse de l'impôt sur les ventes a réduit le coût des biens et des services et stimulé la demande dans toutes les catégories de revenus. Cette hausse de la demande est supérieure à la baisse de la demande initiale qui avait suivi l'augmentation des coûts des énergies fossiles utilisées dans la production. De même, une allocation de transferts de revenus versés aux ménages augmente les revenus de ces derniers et stimule la demande finale dans toutes les catégories de revenus notamment chez les plus démunies. Ainsi, lorsque les recettes sont versées aux ménages des quatre derniers déciles (Sim 1b), le PIB diminue de 0,09 point de pourcentage contre 0,14 point de pourcentage en Sim1.

³⁰ Sans que la technologie et l'efficacité de la production ne changent impérativement.

Tableau 5-4 : Impacts sur le PIB en 2025 et 2030. Variation en % par rapport au BAU.

	Simulations	2025	2030
SERIE A	Sim 1 : TC fixe 30 \$, énergie & ciment*	-0,02	-0,15
	Sim 2 : TC croissante a 30 \$, énergie & ciment*	-0,03	-0,10
	Sim 3 : TC fixe 170 \$, énergie & ciment*	-0,09	-0,30
	Sim 4 : TC fixe 5 \$, énergie & ciment*	-0,01	-0,01
SERIE B	Sim 4a : TC fixe 5 \$, électricité*	0,00	0,00
	Sim 4b : TC fixe 5 \$, pétrole & gaz*	0,00	0,00
	Sim 4c : TC fixe 5 \$, ciment*	-0,01	-0,01
SERIE C	Sim 1a : Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages	-0,06	-0,13
	Sim 1b : Sim 1 avec transferts publics aux ménages pauvres	-0,04	-0,09
	Sim 1c : Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz	-0,02	-0,06
	Sim 1d : Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur l'électricité	-0,03	-0,06
	Sim 1e : Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz & l'électricité	-0,02	-0,06
	Sim 1f : Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA initiale de 15 %.	-0,05	-0,13

Source : Résultats des simulations.

En valeurs absolues, le PIB réel augmenterait légèrement en 2025 et 2030 par rapport à son niveau de 13 % de 2023 (année de base du modèle). Les taux de croissance annuels moyens restent inférieurs à 2,5 % et sont presque identiques (tableau 5.5). Le plus faible taux de croissance du PIB attendu en 2030, le scénario Sim 3 mis à part, proviendrait du scénario d'un taux de taxe croissant de 30 \$ accompagné d'un versement d'une partie des recettes de la taxe carbone sous forme de transfert forfaitaire à tous les ménages (Sim 1a).

Tableau 5-5 : Taux de croissance du PIB en %. BAU et Simulations en 2025 et 2030.

	Simulations	2025	2030
	Scénario de référence (BAU)	2,47	2,48
SERIE A	Sim 1 : TC fixe 30 \$, énergie & ciment*	2,44	2,42
	Sim 2 : TC croissante à 30 \$, énergie & ciment*	2,37	2,38
	Sim 3 : TC fixe 170 \$, énergie & ciment*	2,37	2,18
	Sim 4 : TC fixe 5 \$, énergie & ciment*	2,46	2,47
SERIE B	Sim 4a : TC fixe 5 \$, électricité*	2,47	2,48
	Sim 4b : TC fixe 5 \$, pétrole & gaz*	2,47	2,48
	Sim 4c : TC fixe 5 \$, ciment*	2,46	2,47
SERIE C	Sim 1a : Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages	2,41	2,35
	Sim 1b : Sim 1 avec transferts publics aux ménages pauvres	2,43	2,39
	Sim 1c : Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz	2,44	2,42
	Sim 1d : Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur l'électricité	2,44	2,42
	Sim 1e : Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz & l'électricité	2,44	2,42
	Sim 1f : Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA initiale de 15 %.	2,41	2,35

Source : Résultats des simulations.

5.2.4. Impacts sur la demande de travail

Les effets de la taxe carbone sur la demande de travail totale sont négatifs dans tous les scénarii, ce qui indique que la demande de travail diminuerait après l'imposition d'une taxe carbone. Cette perte d'emplois relativement faible est consécutive à la contraction du PIB total. Mais la baisse se situe à un niveau supérieur à celle du PIB. Par rapport au scénario de référence, la demande de travail diminue de l'ordre de 0,6 points de pourcentage à l'horizon 2030. Les pertes d'emploi sont d'autant plus prononcées que la taxe carbone est élevée ou est appliquée de façon constante. Par exemple la demande de travail diminue de l'ordre de 0,64 point de pourcentage de baisse pour Sim 1 contre respectivement 0,51 et 0,11 point de pourcentage pour Sim 2 et Sim 4. Aussi, les niveaux de baisse sont plus importants en 2030 qu'en 2025.

Ce sont les segments du marché du travail des peu qualifiés (plus présents dans les secteurs de l'électricité, du gaz et des produits pétroliers) et très qualifiés (celui des ingénieurs) qui sont relativement plus affectés par la réduction de la demande de travail. En 2030, la demande de travail des peu qualifiés enregistrent des baisses de l'ordre de 0,79, 0,54 et 0,12 points de

pourcentage par rapport au scénario de référence pour respectivement Sim1, Sim 2 et Sim 4. Les très qualifiés enregistrent des niveaux de réduction plus faibles de 0,43, 0,15 et 0,06 points de pourcentage en pour respectivement les mêmes simulations pour l'année 2030. Quant aux segments des non qualifiés et moyennement qualifiés, ils semblent tirer avantage des effets de réallocation des ressources ayant induit une hausse de la valeur ajoutée des secteurs de l'économie non affectés par la taxe carbone, en particulier l'informel. Mais l'augmentation de ces catégories de main d'œuvre est assez faible. Il varie entre 0,11 et 0,02 pour les non qualifiés à 0,22 et 0,08 points de pourcentage pour les non qualifiés.

Lorsque l'adoption de la taxe carbone s'accompagne de mesures compensatoires, la baisse de la demande de travail est relativement moins forte autant globalement que pour les segments peu et très qualifiés. Par exemple, pour Sim 1, la demande totale de travail diminue de 0,64 point de pourcentage contre 0,57 et 0,39 points de pourcentage pour respectivement Sim 1a et Sim 1f. La même tendance est observée pour ce qui concernent les catégories de main d'œuvre. La baisse de la demande de travail a pour conséquence, d'augmenter le taux de chômage et de baisser les niveaux de salaire moyens dans toutes les simulations. Le hausse du taux de chômage est d'autant plus important que la demande de travail diminue (le taux de taxe augmente). Par exemple, lorsque le prix carbone est à 30\$ constant (Sim 1), le taux de chômage augmente de 6,9% point de pourcentage par rapport aux valeurs de base chez les peu qualifiés, 8,3 chez les moyennement qualifiés et 4,83 chez les très qualifiés par rapport aux valeurs de l'année de base. Lorsque le prix carbone est intégré graduellement de 5 \$ à 30 \$ (Sim 2) ou est fixé à 5 \$ (Sim 4), l'augmentation du chômage par rapport au scénario de référence est moins élevée. Pour Sim 2, le niveau de hausse du taux de chômage est à 5,47 % chez les peu qualifiés, à 6,78 % chez les moyennement qualifiés et 3,87 % chez les très qualifiés. En revanche pour Sim 4, le niveau de hausse est plus faible, soit 1,19% chez les peu qualifiés, à 1,41% chez les moyennement qualifiés et 0,82 % chez les très qualifiés

L'effet de la taxe carbone sur les demandes sectorielle de main-d'œuvre est traité dans la section portant sur les impacts sectoriels.

Tableau 5-6 : Impacts sur l'emploi en 2030.* Variation en point de pourcentage par rapport au BAU.

		Demande de travail					Taux de chômage		
		Total	L0	L1	L2	L3	L1	L2	L3
SERIE A	Sim 1 : TC fixe 30 \$, énergie & ciment*	-0,64	0,12	-0,79	0,22	-0,44	6,91	8,35	4,83
	Sim 2 : TC croissante à 30 \$, énergie & ciment*	-0,51	0,09	-0,55	0,40	-0,16	5,47	6,79	3,88
	Sim 3 : TC fixe 170 \$, énergie & ciment*	-2,80	0,50	-3,32	1,25	-1,41	30,21	36,53	19,97
	Sim 4 : TC fixe 5 \$, énergie & ciment*	-0,11	0,02	-0,13	0,06	-0,06	1,20	1,41	0,82
SERIE B	Sim 4a : TC fixe 5 \$, électricité*	-0,01	0,00	-0,02	0,00	-0,01	0,11	0,14	0,08
	Sim 4b : TC fixe 5 \$, pétrole & gaz*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,03	0,03
	Sim 4c : TC fixe 5 \$, ciment*	-0,09	0,02	-0,11	0,06	-0,04	1,04	1,24	0,72
SERIE C	Sim 1a : Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages	-0,57	0,30	-0,61	0,34	-0,31	6,07	8,22	4,34
	Sim 1b : Sim 1 avec transferts publics aux ménages pauvres	-0,57	0,21	-0,62	0,33	-0,30	6,16	7,78	4,29
	Sim 1c : Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz	-0,60	0,12	-0,70	0,30	-0,33	6,51	7,72	4,46
	Sim 1d : Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur l'électricité	-0,59	0,11	-0,68	0,31	-0,31	6,37	7,57	4,36
	Sim 1e : Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz & l'électricité	-0,60	0,12	-0,70	0,30	-0,33	6,51	7,72	4,46
	Sim 1f : Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA initiale de 15 %.	-0,39	0,08	-0,28	0,76	0,24	4,21	5,75	2,78

Source : Résultats des simulations.

*L3 : Très qualifiés, L2 : Moyennement qualifiés, L1 : Peu qualifiés, L0 : Non qualifiés.

5.2.5. Impacts sur les échanges extérieurs

La mise en place de la taxe carbone au Sénégal augmenterait les coûts des combustibles utilisées dans la production et rendrait les exportations moins compétitives comparativement aux produits étrangers devenus moins chers. Il s'en suit une baisse des exportations de respectivement 2,08, 1,42 et 0,41 points de pourcentage dans Sim 1, Sim 2 et Sim 4 par rapport au scénario de référence.

Le recyclage des recettes de la taxe carbone a un effet plus dépressif sur les exportations du fait d'une part de la baisse de la demande nette provenant de l'augmentation des coûts des combustibles fossiles et d'autre part et de la baisse de l'impôt sur les ventes. Ainsi pour un même niveau de taxe carbone, les exportations baisseraient en moyenne de 3 points de pourcentage lorsqu'une partie des recettes carbone est utilisée pour verser des transferts aux ménages (Sim 1a et Sim 1b). Si les recettes de la taxe carbone sont en revanche utilisées pour réduire les taxes sur l'électricité et le gaz (Sim 1c à Sim1e), alors les exportations diminueraient en moyenne de 2 points de pourcentage comparativement au scénario sans la taxe carbone.

On relève également une légère diminution des importations de 0,61, 0,42 et 0,13 points de pourcentage par rapport au scénario de base pour Sim 1 ; Sim 2 et Sim 4. Comme pour les exportations, le recyclage des recettes de la taxe carbone a un effet plus dépressif sur les importations. Par exemple, pour un même niveau de taxe carbone constant de 30\$, les importations baisseraient deux fois plus lorsqu'une partie des recettes carbone est utilisée pour verser des transferts aux ménages (Sim 1a) que lorsqu'aucune mesure de recyclage des recettes n'est mise en place (Sim1).

On observe, tout de même, des disparités selon les produits qui seront discutées dans la section portant sur les analyses sectorielles.

Tableau 5-7 : Impacts sur le commerce extérieur en 2030. Variation en point de pourcentage par rapport au BAU

	Simulations description	Importations	Exportations
SERIE A	Sim 1: TC fixe 30 \$, énergie & ciment*	-0,61	-2,08
	Sim 2: TC croissante a 30 \$, énergie & ciment*	-0,42	-1,42
	Sim 3: TC fixe 170 \$, énergie & ciment*	-2,92	-8,68
	Sim 4: TC fixe 5 \$, énergie & ciment*	-0,13	-0,41
SERIE B	Sim 4a: TC fixe 5 \$, électricité*	-0,01	-0,03
	Sim 4b: TC fixe 5 \$, pétrole & gaz*	-0,01	-0,02
	Sim 4c: TC fixe 5 \$, ciment*	-0,11	-0,36
SERIE C	Sim 1a: Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages	-1,20	-3,08
	Sim 1b: Sim 1 avec transferts publics aux ménages pauvres	-0,91	-2,55
	Sim 1c: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz	-0,69	-2,16
	Sim 1d: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur l'électricité	-0,69	-2,13
	Sim 1e: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz & l'électricité	-0,69	-2,16
	Sim 1f: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA initiale de 15 %.	-0,95	-2,60

Source : Résultats des simulations.

5.2.6. Impact fiscal

Même si ce n'est pas son objectif premier, la taxe carbone dégage des ressources budgétaires, car la pollution zéro - qui réduirait l'assiette de cette fiscalité à néant - n'est pas en général l'optimum économique, compte tenu des coûts qu'il faudrait engager pour l'atteindre (Wang et al. 2016). L'application d'une taxe carbone au Sénégal augmente les recettes du Gouvernement et améliore les finances publiques pour chaque scénario. Mais l'ampleur de cet effet dépend à la fois du niveau de la taxe et de la manière dont les recettes collectées sont réutilisées.

Comparés au scénario sans taxe carbone, le revenu et l'épargne publics augmentent respectivement de 3.66 et 3.93 points de pourcentage lorsque le prix carbone est fixé à 30\$ constant (Sim1). Pour un même niveau de taxe carbone mais appliqué progressivement (Sim2), le revenu public augmente de 4.62 points de pourcentage alors que l'épargne

augmente de 4.94 points de pourcentage. Pour un taux de taxe de seulement 5 \$ (Sim4), ces valeurs sont respectivement de 2 et 3 points de pourcentage par rapport au scénario de base.

Les gains de revenus et d'épargne publics issus de la taxe carbone sont plus importants lorsqu'une partie des recettes de la taxe est utilisée pour réduire les niveaux initiaux de TVA sur les produits énergétiques, en raison de l'effet rétroactif qui s'opère dans le cadre d'une modélisation en équilibre général. En effet, une baisse de la TVA sur le gaz et l'électricité a, a priori, pour effet une réduction des prix à la consommation finale et du coût des intrants ; ce qui favorise la relance de la production et l'élargissement de l'assiette fiscale. Si l'effet de l'élargissement de la baisse fiscale l'emporte sur celui de l'utilisation des recettes initiales de la taxe carbone, alors l'impact de la taxe carbone se traduira par une augmentation du revenu et de l'épargne publiques. C'est le cas lorsque le prix du carbone de 30 dollars est associé à l'affectation d'une partie des recettes à la réduction des niveaux initiaux de la TVA sur le gaz (Sim1c), l'électricité (Sim 1d) ou les deux (Sim 1e). Les recettes et les économies du gouvernement augmentent alors en moyenne de 9,3 et 13 points de pourcentage par rapport au scénario de référence.

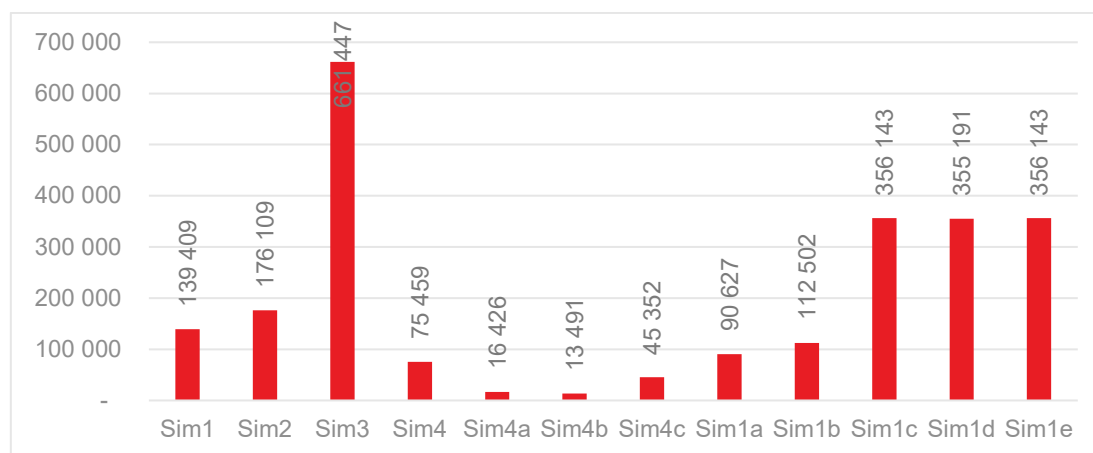
Tableau 5-8 : Impacts sur les finances publiques en 2030. Variation en point de pourcentage par rapport au BAU

		Revenus du Gouvernement	Epargne du Gouvernement
SERIE A	Sim 1: TC fixe 30 \$, énergie & ciment*	3,66	3,93
	Sim 2: TC croissante a 30 \$, énergie & ciment*	4,62	4,94
	Sim 3: TC fixe 170 \$, énergie & ciment*	17,36	18,24
	Sim 4: TC fixe 5 \$, énergie & ciment*	1,98	2,84
SERIE B	Sim 4a: TC fixe 5 \$, électricité*	0,43	0,62
	Sim 4b: TC fixe 5 \$, pétrole & gaz*	0,35	0,51
	Sim 4c: TC fixe 5 \$, ciment*	1,19	1,70
SERIE C	Sim 1a: Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages	2,38	2,37
	Sim 1b: Sim 1 avec transferts publics aux ménages pauvres	2,95	3,10
	Sim 1c: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz	9,35	13,38
	Sim 1d: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur l'électricité	9,32	13,35
	Sim 1e: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz & l'électricité	9,35	13,38
	Sim 1f: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA initiale de 15 %.	7,16	10,25

Source : Résultats des simulations.

L'application de la taxe carbone a pour effet d'augmenter le revenu du gouvernement en valeur absolue. En effet, les recettes de l'Etat augmentent dans une fourchette comprise entre 13 491 millions et 661 447 millions de FCFA lorsque le prix carbone oscille entre 5 \$ et 170 \$ à l'horizon 2030. Ces recettes sont estimées à 139 409 millions de FCFA lorsque le prix carbone est fixé à 30 \$ et atteignent 176 109 millions de FCFA lorsque le prix carbone augmente graduellement de 5 à 30\$. Lorsqu'une partie des recettes est recyclée aux fins de subventionner le prix des produits énergétiques et donc de réduire le coût d'inputs énergétiques, l'assiette fiscale semble s'élargir puisque les recettes fiscales augmentent dans une proportion comprise entre 355 191 et 356 143 millions de FCFA.

Figure 5 : Revenu du Gouvernement en millions de FCFA en 2030 (variation par rapport au scénario bau)



Source : Résultats des simulations.

5.2.7. Impacts sur le bien-être

Les tableaux 5.9 et 5.10 présentent les impacts de la taxe carbone sur le bien-être (BE) global et celui des 10 déciles de ménages dans des scénarios avec et sans recyclage des recettes. Dans notre modèle, le changement de bien-être est mesuré par l'approche Hicksian de la variation équivalente (VE) ³¹.

Les effets distributifs d'une politique de taxe carbone sont globalement faibles et l'ampleur de la baisse dépend du niveau du prix du carbone et de la manière dont les recettes de la taxe carbone sont recyclées. Les catégories de ménages ont des dotations factorielles différentes. Elles tirent leurs revenus de différentes sources et ont des structures de consommation différentes. L'incidence d'une taxe carbone sur le bien-être d'un groupe de ménages dépendra alors de la manière dont celle-ci affecte chacune de ces sources de revenus et comment varient les prix des biens qu'il consomme. Ainsi, pour apprécier l'effet d'une taxe carbone sur le bien-être d'une catégorie de ménage (représentée par le décile), nous apprécions les changements sur le revenu nominal et sur le prix moyen à la consommation des biens. L'effet sur le bien-être dépendra de l'effet net entre le revenu nominal et les prix à la consommation.

³¹ La variation équivalente (VE) est la variation du revenu qui serait nécessaire pour que l'individu atteigne le même niveau de bien-être final aux prix antérieurs à l'instauration de la taxe carbone. Le changement de bien-être peut aussi être mesuré par la variation compensatoire qui indique la variation du revenu nécessaire pour que l'individu compense son niveau de bien-être initial, aux prix atteints après l'instauration de la taxe carbone.

La baisse des emplois et du salaire moyen consécutive à la taxe carbone entraîne une baisse du revenu nominal de 1,71 (Sim 1 et Sim2) et 0,34 (Sim 4) points de pourcentage par rapport à la situation de référence. Contrairement à l'effet inflationniste habituellement attendu de la taxe carbone, le NGP baisse³² et à un niveau inférieur à celui du revenu, soit de 0,32 (Sim 1), 0,42 (Sim2) et 0,07 (Sim 4) points de pourcentage par rapport à la situation de référence. Cette baisse des prix a pour effet de décourager la consommation des ménages. Il s'en suit une baisse du bien-être global de 0,59, 0,54 et 0,12 points de pourcentage respectivement dans Sim 1, Sim 2 et Sim 4.

Tableau 5-9 : Impacts sur le bien-être en 2030. Variation en point de pourcentage par rapport au BAU

		Revenu permanent	Niveau Général des Prix (NGP)	Bien-être des ménages
SERIE A	Sim 1: TC fixe 30 \$, énergie & ciment*	-1,71	-0,32	-0,59
	Sim 2: TC croissante a 30 \$, énergie & ciment*	-1,71	-0,42	-0,54
	Sim 3: TC fixe 170 \$, énergie & ciment*	-8,25	-1,57	-2,92
	Sim 4: TC fixe 5 \$, énergie & ciment*	-0,34	-0,07	-0,12
SERIE B	Sim 4a: TC fixe 5 \$, électricité*	-0,03	0,01	-0,02
	Sim 4b: TC fixe 5 \$, pétrole & gaz*	-0,01	0,00	-0,01
	Sim 4c: TC fixe 5 \$, ciment*	-0,30	-0,07	-0,10
SERIE C	Sim 1a: Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages	-0,70	-0,11	-0,16
	Sim 1b: Sim 1 avec transferts publics aux ménages pauvres	-1,33	-0,24	-0,42
	Sim 1c: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz	-1,83	-0,34	-0,63
	Sim 1d: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur l'électricité	-1,79	-0,36	-0,61
	Sim 1e: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz & l'électricité	-1,53	-0,42	-0,47
	Sim 1f: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA initiale de 15 %.	-1,34	-0,66	-0,01

Source : Résultats des simulations.

Sans aucune politique de recyclage des recettes de la taxe carbone, les résultats du tableau 5.9 indiquent que la baisse du bien-être du décile le plus pauvre est plus faible que celui du

³² La baisse du NGP s'explique par l'effet d'équilibre général de la taxe carbone. En effet, comme il est généralement constaté dans la littérature, si la taxe carbone augmente dans un premier les coûts de certaines industries et donc les prix de ces produits (effet ponctuel), les prix des facteurs de production pourraient baisser en raison de la réduction des activités économiques dans leur ensemble (effet d'échelle). L'effet final dépendra de l'effet net.

décile le plus riche. Par exemple dans Sim 1 et pour l'année 2030, la taxe carbone sans recyclage des recettes détériore le bien-être des ménages du décile 1 (le plus pauvre) de 0,56 point de pourcentage, tandis qu'elle détériore le bien-être du décile 10 (le plus pauvre) de 0,62 points de pourcentage par rapport au scénario de référence.

Le recyclage des revenus de la taxe carbone peut avoir un effet atténuant sur les résultats des simulations. Par exemple par rapport à la situation de référence, la baisse du bien-être global est de 0,01 point de pourcentage dans les cas où les recettes de la taxe carbone sont utilisées pour réduire les taux de taxe indirecte sur tous les produits (Sim 1f). Elle est de 0,15 et 0,41 point de pourcentage respectivement dans le cas où les recettes ont servi à verser des transferts sociaux aux ménages Sim 1a et Sim 1b). En revanche, la perte du bien-être est plus accentuée lors les recettes de la taxe carbone sont utilisées pour réduire les taxes indirectes sur les produits énergétiques (Sim 1c, Sim 1d et Sim 1e), soit entre 0,61 et 0,47 points de pourcentage de réduction par rapport à la situation sans taxe carbone.

Le choix entre les différentes options de recyclage des recettes influence les effets distributifs des taxes sur le carbone et peut modifier, bien que de façon moins spectaculaire, les résultats en matière de bien-être. En effet, la baisse du bien-être global est plus faible dans les cas où les recettes de la taxe carbone sont utilisées pour réduire les taux de taxe indirecte sur tous les produits (Sim f) ou augmenter les transferts sociaux des ménages (Sim 1a et Sim 1b). Le recyclage des revenus peut même conduire à des résultats de bien-être progressifs. C'est ce que montrent les résultats du tableau 5.10, où les ménages des quatre déciles inférieurs bénéficiant de la taxe sur le carbone ont une augmentation légère de leur niveau de bien-être par rapport à la situation de référence, contrairement aux ménages des déciles les riches.

L'évolution du bien-être ne reflète toutefois pas celle du revenu et de l'épargne publics qui ont augmenté en même temps que la taxe carbone dans tous les scénarii de taxe carbone. Ceci indique que les montant des recettes utilisées pour financer les transferts aux ménages ou pour réduire les taxes indirectes sont moins importantes que les recettes générées par la taxe carbone.

Tableau 5-10 : Impacts sur le bien-être des catégories de ménages en 2030. Variation par rapport au BAU

		Décile 1	Décile 2	Décile 3	Décile 4	Décile 5	Décile 6	Décile 7	Décile 8	Décile 9	Décile 10
SERIE A	Sim 1: TC fixe 30 \$, énergie & ciment*	-0,56	-0,56	-0,57	-0,48	-0,54	-0,56	-0,63	-0,61	-0,60	-0,62
	Sim 2: TC croissante a 30 \$, énergie & ciment*	-0,50	-0,50	-0,50	-0,43	-0,50	-0,51	-0,58	-0,54	-0,55	-0,57
	Sim 3: TC fixe 170 \$, énergie & ciment*	-2,78	-2,79	-2,83	-2,40	-2,73	-2,80	-3,13	-2,99	-2,94	-3,05
	Sim 4: TC fixe 5 \$, énergie & ciment*	-0,11	-0,11	-0,11	-0,09	-0,11	-0,11	-0,13	-0,12	-0,12	-0,12
SERIE B	Sim 4a: TC fixe 5 \$, électricité*	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02	-0,01	-0,02	-0,02
	Sim 4b: TC fixe 5 \$, pétrole & gaz*	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
	Sim 4c: TC fixe 5 \$, ciment*	-0,09	-0,09	-0,09	-0,08	-0,09	-0,09	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10
SERIE C	Sim 1a: Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages	0,95	0,93	1,00	0,14	-0,05	-0,21	-0,23	-0,32	-0,43	-0,54
	Sim 1b: Sim 1 avec transferts publics aux ménages pauvres	0,95	0,93	1,05	0,19	-0,59	-0,62	-0,71	-0,69	-0,70	-0,71
	Sim 1c: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz	-0,59	-0,59	-0,60	-0,51	-0,58	-0,60	-0,67	-0,64	-0,64	-0,66
	Sim 1d: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur l'électricité	-0,58	-0,58	-0,58	-0,50	-0,57	-0,59	-0,66	-0,63	-0,62	-0,64
	Sim 1e: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz & l'électricité	-0,59	-0,59	-0,60	-0,51	-0,58	-0,60	-0,67	-0,64	-0,64	-0,66
	Sim 1f: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA initiale de 15 %.	-0,03	-0,04	-0,10	0,01	0,06	0,08	0,04	0,01	0,02	-0,10

Source : Résultats des simulations.

5.2.8. Impacts sectoriels

Nous analysons les impacts sectoriels d'une taxe carbone sur trois variables clés : valeur ajoutée, demande de travail et échanges extérieurs. Les résultats des simulations sont présentés dans les tableaux 5.11, 5.12, 5.13a et 5.13b ci-dessous.

Théoriquement, le prélèvement d'une taxe carbone sur les énergies fossiles est supposé augmenter le prix des énergies fossiles, réduire leur demande de consommation et par conséquent diminuer la production des secteurs qui les utilisent. Ce sont les secteurs énergétiques et du ciment où s'appliquent la taxe qui sont directement concernés. Mais à travers les effets de rétroaction dans un cadre d'équilibre général, les autres secteurs sont aussi affectés. Les effets sectoriels dépendront de la composition des consommations intermédiaires des secteurs notamment la part des combustibles fossiles et celle des produits fabriqués à partir de technologie fortement utilisatrice d'énergies fossiles.

Les résultats des simulations indiquent que le prélèvement d'une taxe sur le carbone aurait des effets négatifs sur la valeur ajoutée des secteurs énergétiques (à l'exception de celui du gaz et autres produits énergétique) et le secteur du ciment. La baisse de la valeur ajoutée de ces secteurs est plus élevée par rapport à celle des autres secteurs particulièrement pour ce qui des secteurs du pétrole raffiné et de l'électricité. Par exemple pour Sim 1, la valeur ajoutée diminue de 2, 4, 13 et 16 points de pourcentage respectivement pour les secteurs du pétrole brut, ciment, électricité et pétrole raffiné comparés aux valeurs de la situation de référence (BAU).

Sur les autres secteurs non énergétiques, le prélèvement d'une taxe carbone aurait des impacts négatifs sur la valeur ajoutée d'un groupe de secteurs, dont l'agriculture (céréales), l'élevage, la pêche, les industries non alimentaires, les industries de production de machines, la métallurgie, la construction, le transport terrestre, le commerce et les autres services marchands. Les résultats indiquent que les secteurs de de la métallurgie, de la construction et du transport subirait les effets négatifs les plus importants en termes de production en présence d'une taxe sur le carbone, suivi du secteur de la cokéfaction. Les impacts négatifs sur ces secteurs sont plus importants dans le secteur de la construction (entre 2,5 et 3,5 points de pourcentage de baisse par rapport au scénario de référence), suivi des secteurs de transport terrestre (3,2 points de pourcentage) et de la métallurgie (2,6 points de pourcentage). La perception d'une taxe carbone aurait des effets légèrement positifs (n'atteignant pas 1 point de pourcentage de hausse de la valeur ajoutée) sur un autre groupe de secteurs non énergétiques, à savoir le secteur des autres produits agricoles, le secteur extractif, les industries alimentaires, chimiques, textiles, bois, papier, équipement de transport, industries non métalliques³³.

Les effets de la taxe carbone sur la valeur ajoutée sectorielle expliquent ceux sur les demandes sectorielles de main d'œuvre. Toutefois, les secteurs réagissent différemment dans la substitution entre les types d'emplois utilisés. Pour les secteurs du pétrole et gaz bruts, tous les types d'emplois diminuent alors dans les secteurs du pétrole raffiné et la cimenterie les emplois très qualifiés, moyennement qualifiés et peu qualifiés diminuent alors les emplois non qualifiés augmentent. Dans le secteur de l'électricité on note une substitution des emplois très et moyennement qualifiés par les emplois peu et non qualifiés à la suite de la mise en place de la taxe carbone.

Les prix à l'exportation des biens énergétiques et le ciment ont systématiquement augmenté en raison de la taxe sur le carbone (Tableau 5.13a). Les prix mondiaux étant restés inchangés, leur demande d'exportation diminue par rapport à la situation de référence (Tableau 5.12B).

³³ Les résultats pour ces secteurs sont disponibles sur demande.

Les exportations ont davantage diminué pour le secteur du pétrole raffiné assez ouvert sur les marchés extérieurs avec 58 % de sa production qui est vendue hors du territoire national. Le secteur du ciment est le moins affecté par la baisse des ventes extérieures.³⁴ Il ressort des résultats que le niveau de baisse des exportations augmente lorsque les recettes de la taxe carbone sont utilisées pour verser des transferts aux ménages ou pour réduire les taxes indirectes sur les produits. Les prix des importations des produits énergétiques étant restant quasiment inchangés, les importations des produits énergétiques augmentent pour tous les secteurs énergétiques. Ce qui signifie que la baisse des importations totales est expliquée par celle des secteurs non énergétiques.

³⁴ Le Sénégal n'importe pas de ciment, les prix et les quantités importées ne sont donc pas inclus dans les tableaux 5.13a et 5.13b.

Tableau 5-11 : Impacts sur la valeur ajoutée sectorielle, 2030. Variation en % par rapport au BAU

	Simulations description	Pétrole brut	Gaz brut	Pétrole raffiné	Electricité	Ciment
SERIE A	Sim 1: TC fixe 30 \$, énergie & ciment*	-2,25	-3,80	-16,39	-13,53	-3,90
	Sim 2: TC croissante a 30 \$, énergie & ciment*	-1,04	-1,88	-14,96	-9,27	-2,98
	Sim 3: TC fixe 170 \$, énergie & ciment*	-14,12	-19,78	-60,43	-69,10	-19,58
	Sim 4: TC fixe 5 \$, énergie & ciment*	-0,43	-0,74	-3,25	-3,37	-0,84
SERIE B	Sim 4a: TC fixe 5 \$, électricité*	0,01	0,01	0,00	-2,96	-0,18
	Sim 4b: TC fixe 5 \$, pétrole & gaz*	0,01	0,01	0,03	-0,04	-0,37
	Sim 4c: TC fixe 5 \$, ciment*	-0,45	-0,76	-3,28	-0,38	-0,28
SERIE C	Sim 1a: Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages	-3,33	-4,84	-18,52	-14,35	-6,61
	Sim 1b: Sim 1 avec transferts publics aux ménages pauvres	-2,68	-4,26	-18,12	-14,12	-5,10
	Sim 1c: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz	-2,18	-3,82	-17,86	-14,04	-4,07
	Sim 1d: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur l'électricité	-2,17	-3,81	-17,77	-13,92	-3,94
	Sim 1e: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz & l'électricité	-2,18	-3,82	-17,86	-14,04	-4,07
	Sim 1f: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA initiale de 15 %.	-3,17	-4,68	-18,04	-13,39	-4,32

Source : Résultats des simulations.

Tableau 5-12 : Impacts sur la demande de travail des secteurs de l'énergie et du ciment Variation en 2030 des types d'emploi* en %

Simulations description	Pétrole brut				Gaz brut				Pétrole raffiné				Electricité				Ciment			
	L3	L2	L1	L0	L3	L2	L1	L0	L3	L2	L1	L0	L3	L2	L1	L0	L3	L2	L1	L0
Sim 1: TC fixe 30 \$, énergie & ciment*	-4,66	-7,87	-0,87	-0,71	-4,15	-7,37	-0,34	-0,18	-31,08	-6,97	-21,27	27,41	-30,84	-6,67	-21,00	27,79	-30,69	-6,47	-20,84	28,07
Sim 2: TC croissante a 30 \$, énergie & ciment*	-5,30	-8,49	-0,22	-0,46	-4,88	-8,08	0,22	-0,02	-34,98	-7,05	-16,74	19,46	-34,79	-6,82	-16,53	19,73	-34,67	-6,64	-16,36	19,97
Sim 3: TC fixe 170 \$, énergie & ciment*	-26,50	-38,14	-3,18	-2,33	-24,88	-36,72	-1,14	-0,27	-107,61	-32,48	-99,72	138,75	-107,45	-31,51	-99,46	141,59	-107,43	-30,98	-99,39	143,31
Sim 4: TC fixe 5 \$, énergie & ciment*	-0,94	-1,53	-0,14	-0,12	-0,85	-1,44	-0,04	-0,03	-4,38	-1,44	-5,22	7,41	-4,32	-1,38	-5,16	7,47	-4,29	-1,35	-5,13	7,51
Sim 4a: TC fixe 5 \$, électricité*	0,00	0,00	-0,02	-0,05	0,01	0,01	-0,01	-0,04	-0,03	-0,29	-4,43	8,18	-0,02	-0,28	-4,42	8,18	-0,02	-0,28	-4,42	8,19
Sim 4b: TC fixe 5 \$, pétrole & gaz*	0,00	-0,01	0,01	-0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	-0,53	-0,07	-0,07	0,02	-0,53	-0,07	-0,07	0,02	-0,53	-0,07	-0,07
Sim 4c: TC fixe 5 \$, ciment*	-0,94	-1,52	-0,12	-0,07	-0,86	-1,44	-0,04	0,01	-4,38	-0,63	-0,73	-0,68	-4,32	-0,58	-0,68	-0,63	-4,30	-0,54	-0,65	-0,60
Sim 1a: Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages	-4,41	-7,19	-1,14	0,04	-3,85	-6,63	-0,56	0,63	-24,90	-9,51	-21,42	28,08	-24,68	-9,26	-21,19	28,40	-24,44	-8,97	-20,93	28,82
Sim 1b: Sim 1 avec transferts publics aux ménages pauvres	-4,63	-7,58	-0,92	-0,35	-4,12	-7,08	-0,40	0,18	-24,86	-7,98	-21,60	28,34	-24,62	-7,71	-21,36	28,69	-24,44	-7,49	-21,17	29,00
Sim 1c: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz	-4,87	-7,96	-0,77	-0,65	-4,39	-7,49	-0,28	-0,16	-24,94	-7,09	-21,92	28,32	-24,69	-6,80	-21,66	28,70	-24,56	-6,63	-21,52	28,94
Sim 1d: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur l'électricité	-4,74	-7,83	-0,74	-0,57	-4,27	-7,37	-0,25	-0,08	-24,76	-6,83	-21,71	28,63	-24,50	-6,54	-21,45	29,00	-24,37	-6,38	-21,31	29,23
Sim 1e: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz & l'électricité	-4,87	-7,96	-0,77	-0,65	-4,39	-7,49	-0,28	-0,16	-24,94	-7,09	-21,92	28,32	-24,69	-6,80	-21,66	28,70	-24,56	-6,63	-21,52	28,94
Sim 1f: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA initiale de 15 %.	-3,75	-6,56	0,50	1,22	-3,30	-6,12	0,95	1,68	-23,88	-5,92	-19,76	26,63	-23,69	-5,71	-19,57	26,89	-23,51	-5,49	-19,38	27,19

Source : Résultats des simulations.

*L3 : Très qualifiés, L2 : Moyennement qualifiés, L1 : Peu qualifiés, L0 : Non qualifiés.

Tableau 5-13a : Variation en 2030 des prix des exportations et importations de biens en % par rapport aux valeurs de base

	Simulations description	Prix exportations					Prix importations			
		Pétrole brut	Gaz brut	Pétrole raffiné	Electricité	Ciment	Pétrole brut	Gaz brut	Pétrole raffiné	Electricité
SERIE A	Sim 1: TC fixe 30 \$, énergie & ciment*	1,26	1,38	6,04	1,48	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sim 2: TC croissante a 30 \$, énergie & ciment*	0,78	0,75	5,41	1,22	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sim 3: TC fixe 170 \$, énergie & ciment*	7,72	8,24	32,82	5,58	4,81	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sim 4: TC fixe 5 \$, énergie & ciment*	0,23	0,26	1,11	0,37	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00
SERIE B	Sim 4a: TC fixe 5 \$, électricité*	0,00	0,00	0,01	0,26	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sim 4b: TC fixe 5 \$, pétrole & gaz*	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sim 4c: TC fixe 5 \$, ciment*	0,23	0,26	1,11	0,10	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
SERIE C	Sim 1a: Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages	1,62	1,76	6,87	1,76	1,42	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sim 1b: Sim 1 avec transferts publics aux ménages pauvres	1,39	1,53	6,73	1,63	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sim 1c: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz	1,22	1,36	6,64	1,55	0,92	0,00	-0,10	0,00	0,85
	Sim 1d: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur l'électricité	1,22	1,36	6,61	1,51	0,88	0,00	-0,10	0,00	0,00
	Sim 1e: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz & l'électricité	1,22	1,36	6,64	1,55	0,92	0,00	-0,10	0,00	0,85
	Sim 1f: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA initiale de 15 %.	1,57	1,70	6,73	1,45	0,85	-0,08	-0,05	-3,03	0,43

Source : Résultats des simulations.

Tableau 5.13b : Variation en 2030 des exportations et importations de biens en % par rapport aux valeurs de base

		Exportations					Importations			
	Simulations description	Pétôle brut	Gaz brut	Pétrôle raffiné	Electricité	Ciment	Pétôle brut	Gaz brut	Pétrôle raffiné	Electricité
SERIE A	Sim 1: TC fixe 30 \$, énergie & ciment*	-4,37	-4,76	-19,08	-5,10	-3,02	8,66	2,93	4,20	1,71
	Sim 2: TC croissante a 30 \$, énergie & ciment*	-2,72	-2,61	-17,30	-4,23	-2,05	9,35	1,99	4,25	1,87
	Sim 3: TC fixe 170 \$, énergie & ciment*	-23,62	-24,98	-67,87	-17,80	-15,52	41,25	17,40	18,37	2,07
	Sim 4: TC fixe 5 \$, énergie & ciment*	-0,81	-0,90	-3,87	-1,29	-0,68	1,43	0,49	1,01	0,61
SERIE B	Sim 4a: TC fixe 5 \$, électricité*	-0,01	-0,01	-0,05	-0,93	-0,15	0,08	0,09	0,19	0,86
	Sim 4b: TC fixe 5 \$, pétrole & gaz*	0,01	0,01	0,02	-0,02	-0,45	0,01	-0,01	0,03	-0,05
	Sim 4c: TC fixe 5 \$, ciment*	-0,81	-0,90	-3,84	-0,34	-0,08	1,35	0,42	0,79	-0,20
SERIE C	Sim 1a: Sim 1 avec transferts publics à tous les ménages	-5,55	-6,01	-21,38	-6,04	-4,89	7,69	3,44	4,06	1,56
	Sim 1b: Sim 1 avec transferts publics aux ménages pauvres	-4,80	-5,27	-21,00	-5,60	-3,85	7,88	3,13	4,32	1,66
	Sim 1c: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz	-4,22	-4,69	-20,77	-5,34	-3,19	8,00	2,86	4,57	1,69
	Sim 1d: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur l'électricité	-4,22	-4,69	-20,66	-5,22	-3,04	8,04	2,89	4,55	1,72
	Sim 1e: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA sur le gaz & l'électricité	-4,22	-4,69	-20,77	-5,34	-3,19	8,00	2,86	4,57	1,69
	Sim 1f: Sim 1 avec recettes allouées à la baisse de la TVA initiale de 15 %.	-5,39	-5,84	-21,01	-5,01	-2,95	7,89	3,43	4,77	0,85

Source : Résultats des simulations.

5.3. Discussion qualitative

Bien que notre analyse quantitative des scénarios révèle une foule d'informations, comme décrit dans les sections précédentes, il existe de nombreuses questions auxquelles des études supplémentaires pourraient aider à répondre. De nombreuses questions ne sont pas spécifiques à la modélisation du contexte et des circonstances nationales sénégalaises, mais sont plutôt des questions auxquelles même les modèles de pointe ont des difficultés à répondre. D'autres sont liées aux contraintes techniques et de données auxquelles l'équipe du projet a été confrontée au cours du projet. Cette section fournit une discussion qualitative de ces questions.

Calcul des avantages liés à la réduction des émissions. Le modèle d'équilibre général calculable utilisé dans ce projet ne prend pas en compte les avantages de la réduction des émissions. Il s'agit entre autres d'avantages directs tels que la réduction des dommages causés par le changement climatique, comme indiqué dans la CDN du Sénégal (par exemple, moins d'événements climatiques extrêmes et de sécheresse, moins d'élévation du niveau de la mer). Dans ce cas, la réduction des dommages est déterminée non seulement par les réductions d'émissions qui ont lieu au Sénégal mais aussi dans le reste du monde. Cela souligne l'importance des mesures d'atténuation prises par tous les pays. Cependant, la réduction des dommages liés au changement climatique n'est souvent pas le bénéfice le plus important. D'autres avantages sont la diminution de la pollution locale, l'amélioration des résultats sanitaires due à une exposition réduite à la pollution atmosphérique entraînant moins de décès prématurés, l'augmentation de la productivité du travail ainsi que la diminution des coûts des soins de santé. Ces avantages supplémentaires sont souvent plus importants que les avantages directs. La réduction des importations nettes de combustibles fossiles associée à une baisse de la consommation améliore également la sécurité énergétique et constitue un bénéfice important. Des modèles plus sophistiqués, appelés modèles d'évaluation intégrée, peuvent rendre compte des avantages directs de la réduction des émissions. Des modèles spécialisés pour les impacts sanitaires de la pollution locale et du secteur énergétique peuvent estimer les avantages supplémentaires. Pour une analyse complète, les coûts des taxes carbone identifiés dans notre analyse (par exemple, une baisse de la valeur ajoutée et de l'emploi dans certains secteurs ou des réductions du bien-être) doivent être déduits de ces avantages. Bien qu'une évaluation de ce type dépasse largement le cadre de la présente étude, les données disponibles provenant d'autres pays suggèrent que les avantages l'emportent largement sur les coûts pour la gamme de taxes étudiées ici.

Tenir compte des coûts et des avantages à plus long terme. Le changement climatique est un problème extrêmement persistant dans le sens où beaucoup d'impacts que le monde connaît aujourd'hui reflètent l'accumulation de GES, en particulier de CO₂, dans l'atmosphère depuis le début de la révolution industrielle. De même, les conséquences des émissions d'aujourd'hui détermineront l'évolution du changement climatique dans les décennies et les siècles à venir. En outre, de nombreux investissements d'atténuation et d'adaptation dont les coûts initiaux sont aujourd'hui élevés généreront des bénéfices sur de longues périodes, certainement bien au-delà de 2030, qui est l'horizon temporel de la présente étude. Une autre complication est liée au fait que la comparaison des avantages et des coûts sur de longues périodes est notoirement difficile, non seulement dans notre étude mais aussi dans les évaluations du changement climatique en général.

L'analyse de l'impact de la taxe carbone sur les principaux secteurs émetteurs comportant des contraintes techniques et de données. Notre analyse quantitative n'a pas pu inclure l'impact de la taxe carbone sur le secteur des déchets. Ce secteur est un contributeur clé aux émissions de GES du Sénégal, principalement par ses émissions de méthane. À l'instar des secteurs de l'agriculture et de la sylviculture, les défis de surveillance, notification et vérification (SNV) dans le secteur des déchets sont importants, ce qui rend

difficile la réduction des émissions dans ces secteurs à l'aide d'une taxe carbone. Ce point a été souligné par les parties prenantes du secteur des déchets. En outre, on sait que la sensibilité des émissions dans ce secteur aux signaux de prix est faible. Les parties prenantes ont également noté que l'objectif principal des taxes existantes dans le secteur est le recouvrement des coûts pour l'exploitation et l'entretien des infrastructures nécessaires plutôt que la limitation de la production de déchets. Enfin, nous n'avons pas été en mesure d'obtenir des données appropriées qui permettraient de calculer les quantités de déchets produits et les taxes et prélèvements imposés au secteur pour estimer les relations entre la production de déchets, l'activité économique et les émissions associées. Nous concluons du projet actuel que les travaux futurs pourraient accorder une priorité élevée à la modélisation de l'impact de la taxe carbone sur le secteur des déchets en utilisant un modèle d'équilibre partiel spécifique au secteur. Un autre obstacle qui a limité notre analyse dans les secteurs couverts par la taxe carbone est que nous n'avons pas pu étudier les exemptions ou les exclusions. Lorsqu'elles sont bien conçues et soigneusement ciblées afin de ne pas compromettre le rapport coût-efficacité de la taxe carbone, les exemptions et les exclusions peuvent réduire de manière significative le poids de la taxe carbone, en particulier dans les activités offrant peu d'options de réduction à faible coût.

Analyse du soutien à l'investissement et au déploiement dans les activités à faible émission de carbone. La taxe carbone n'est qu'un des nombreux instruments économiques dont dispose le gouvernement pour inciter à la réduction des émissions. Par exemple, le gouvernement pourrait promouvoir activement l'investissement dans des projets d'énergie renouvelable en réduisant le coût du capital dans ces projets. De plus, le gouvernement pourrait rendre le flux de revenus provenant de la vente d'électricité renouvelable plus attractif par rapport à la production à partir de combustibles fossiles. En dehors du secteur de l'électricité, le gouvernement pourrait subventionner les entreprises des secteurs manufacturiers à forte intensité d'émissions afin qu'elles adoptent des méthodes de production à faible émission de carbone ou qu'elles soutiennent l'amélioration de l'efficacité énergétique. Les incitations économiques de ce type renforcent le signal du prix du carbone et devraient faire partie d'un portefeuille de politiques en matière de changement climatique. L'un des atouts majeurs d'une taxe sur le carbone est qu'elle génère des recettes qui peuvent être utilisées pour financer des politiques durables, qui peuvent elles-mêmes générer d'autres bénéfices, sans exercer de pression supplémentaire sur le budget de l'État. L'analyse présentée dans ce document n'a pas pu prendre en compte de telles incitations car une spécification plus détaillée des technologies de production d'électricité et de fabrication ainsi qu'une représentation plus réaliste de la structure et de la réglementation du marché de l'électricité sont nécessaires pour de tels calculs. L'une des recommandations de ce projet est que les travaux futurs devraient accorder une priorité élevée à cette question.

Soutenir l'atténuation du et l'adaptation au changement climatique dans les secteurs non couverts par la taxe carbone. Les scénarios décrits dans la section précédente se concentrent sur les effets économiques de l'imposition d'une taxe carbone sur les émissions de sources stationnaires dans les secteurs de l'énergie et du ciment. Selon les données figurant dans la présentation de la CDN du Sénégal, cela représente moins de la moitié des émissions de GES du pays une fois que les émissions du secteur des transports, qui ne devraient pas être couvertes par la taxe carbone, sont déduites des émissions du secteur de l'énergie. Une grande partie du reste des émissions provient des secteurs de l'agriculture et des déchets. Il est donc très important de soutenir l'atténuation dans ces secteurs. Afin de promouvoir l'efficacité énergétique, on peut envisager la réglementation et l'amélioration des réseaux de transport public. Due à l'évolution des conditions climatiques au Sénégal, dans le secteur agricole, les efforts d'atténuation et d'adaptation doivent aller de pair. Le gouvernement pourrait soutenir l'adoption de pratiques agricoles plus résilientes et moins intensives en émissions. La mise en œuvre d'un mécanisme d'octroi de crédits dans le secteur des déchets pourrait financer des projets d'atténuation dans ce secteur. La sylviculture est un autre secteur qui pourrait bénéficier soit d'un mécanisme d'attribution de crédits, soit d'un mécanisme d'appui direct. Au Sénégal, le secteur agit comme un puits de gaz à effet de serre

qui pourrait être amélioré davantage pour compenser les émissions qui sont trop coûteuses ou impossibles à réduire. Les crédits générés par des projets dans les secteurs des déchets et de la sylviculture peuvent à leur tour être utilisés pour réduire les obligations fiscales liées au carbone au niveau national ou vendus sur les marchés internationaux afin d'exploiter le financement international du climat. Bien que ces aspects soient cruciaux pour la stratégie climatique globale du Sénégal, ils ne peuvent pas être bien représentés dans des modèles d'équilibre général calculable et peuvent être analysés plus en profondeur dans des études quantitatives et qualitatives spécifiques au secteur.

6 Conclusions et prochaines étapes pour une taxe carbone au Sénégal

L'Accord de Paris a marqué un tournant décisif dans la lutte contre le changement climatique. Pour atteindre les objectifs ambitieux de l'Accord, les émissions de GES doivent globalement atteindre la neutralité carbone au début de la seconde moitié du siècle. Tous les pays, qu'ils soient avancés ou en développement, doivent contribuer à la réduction des émissions de GES en fonction de leur situation et de leurs capacités nationales. Les pays avancés, qui sont responsables de la plupart des GES qui se sont accumulés dans l'atmosphère depuis le début de la révolution industrielle, doivent soutenir les pays en développement en leur apportant un financement climatique, un transfert de technologies à faible émission de carbone et un soutien au renforcement des capacités sur la voie du développement durable et de la décarbonisation. Il est également très important que les émissions de GES soient réduites de manière rentable dans tous les pays. La tarification du carbone peut être très utile à cet égard. La décarbonisation ne doit pas être plus coûteuse que nécessaire et, en augmentant les recettes, la tarification du carbone peut contribuer à soutenir le développement durable et la décarbonisation.

Il existe un consensus scientifique général sur le fait que le monde doit se sevrer des combustibles fossiles au cours des trois ou quatre prochaines décennies pour éviter des impacts climatiques catastrophiques. Cela représente un défi difficile pour les pays en développement dotés de combustibles fossiles comme le Sénégal. Ces pays développent leurs réserves afin d'améliorer le niveau de vie de leurs citoyens et de fournir un accès universel à l'énergie. Dans ce contexte, la tarification du carbone peut être particulièrement utile, notamment en orientant le développement vers un modèle plus respectueux du climat et en décourageant les investissements amenés à devenir rapidement obsolètes dans une économie globale neutre en carbone. Elle permet de s'assurer que les compagnies pétrolières et gazières, dont beaucoup se sont déjà engagées en faveur de la neutralité carbone d'ici le milieu du siècle, utilisent les meilleures technologies de réduction disponibles lorsqu'elles opèrent dans les pays en développement. Elle favorise également la diversification du secteur énergétique et, plus largement, de l'économie en général, en offrant un avantage concurrentiel aux entreprises qui utilisent des technologies renouvelables et à faible émission de carbone. Enfin, la tarification du carbone est de plus en plus déployée dans le monde et, pour éviter les fuites de carbone, de nombreuses juridictions envisagent des mécanismes d'ajustements carbone aux frontières. Sans un instrument de tarification du carbone qui lui soit propre, le Sénégal serait désavantagé pour faire face à la concurrence dans cet environnement et pourrait perdre l'opportunité de conserver les revenus associés.

Heureusement, le Sénégal est en bonne voie pour concevoir et mettre en œuvre une taxe carbone. L'analyse et les résultats décrits dans les sections précédentes fournissent plusieurs informations cruciales pour soutenir ce processus. Ces idées peuvent être formulées sous la forme de sept recommandations et concernent les prochaines étapes du processus de tarification du carbone au Sénégal. Elles reflètent non seulement la recherche originale de l'équipe du projet, mais aussi les enseignements et les observations tirés des consultations approfondies avec le gouvernement du Sénégal et d'autres parties prenantes dans le pays.

- 1. Construire et mettre en place une infrastructure pour la surveillance, la notification et la vérification (SNV) avec l'objectif de collecter des données sur l'utilisation des combustibles fossiles et les émissions.** Des données précises et détaillées sont essentielles pour une administration fiscale efficace et équitable. Pour collecter des données de haute qualité, une infrastructure pour la SNV robuste doit être mise en place. Les intrants de combustibles fossiles dans les secteurs

couverts sont déjà soumis à des exigences de surveillance et de déclaration pour la collecte d'autres taxes et à des fins comptables. La surveillance, la notification et la vérification requises pour l'administration d'une taxe carbone peut s'appuyer sur ces éléments dans un premier temps. Cependant, à mesure que la couverture de la taxe carbone s'étend au-delà des émissions directes dues à la combustion de combustibles fossiles achetés sur le marché (par exemple, les émissions de processus dans la production de ciment, les événements et les torchères de gaz naturel dans la production de pétrole et de gaz, les émissions de méthane dans le secteur des déchets), des systèmes plus élaborés seront nécessaires. Dans le contexte de l'étude actuelle, les limitations des données ont été un facteur important limitant les types de scénarios qui pouvaient être évalués. Le Sénégal peut apprendre des expériences internationales et demander le soutien des donateurs multilatéraux et bilatéraux à cet égard. Une telle infrastructure serait également très bénéfique pour tous projets futurs de réductions d'émissions avec appui de bailleurs de fonds.

- 2. Développer la capacité technique pour mener des études supplémentaires de modélisation à l'échelle de l'économie et des secteurs spécifiques.** La capacité à modéliser l'impact d'une taxe carbone sur les émissions et d'autres résultats d'intérêt peut être améliorée en adaptant les modèles existants ou en construisant de nouveaux pour mieux comprendre les secteurs clés tels que l'électricité, les déchets et les transports. Les modèles économiques, comme le modèle d'équilibre général calculable utilisé dans cette étude, peuvent également être améliorés pour mieux intégrer les relations entre l'activité économique et les émissions. Lorsqu'ils sont calibrés à l'aide de données de haute qualité, ils peuvent fournir des résultats avec une résolution beaucoup plus élevée. Les limitations techniques des modèles existants, en partie dues aux limitations des données mentionnées ci-dessus, ont restreint davantage la variété et le nombre de scénarios qui pouvaient être évalués dans cette étude. Cependant, la capacité existante peut être facilement améliorée en s'inspirant des expériences d'autres pays, avec le soutien de programmes tels que l'initiative Ci-ACA et le PMI, qui sont déjà actifs au Sénégal.

- 3. La taxe carbone doit faire partie d'un portefeuille de politiques climatiques et énergétiques soigneusement élaboré.** Un prix du carbone est nécessaire pour réduire les émissions de manière rentable, en décourageant les émissions de GES. Cependant, il n'est pas suffisant en soi, en particulier dans le contexte d'un pays en développement comme le Sénégal qui a également des besoins urgents en matière de développement durable en plus des objectifs de réduction des émissions. L'analyse de cette étude a révélé qu'utiliser seulement une taxe carbone pour atteindre les objectifs de la CDN du Sénégal implique des niveaux de taxation plus élevés que ceux observés dans les pays avancés. Par conséquent, il est essentiel qu'une taxe carbone soit complétée par d'autres politiques de lutte contre le changement climatique, notamment afin que l'économie nationale puisse répondre au signal de prix sur le carbone. Ceci pourrait inclure :
 - a. Le soutien aux investissements dans les technologies à faible émission de carbone (par exemple, la capacité d'électricité renouvelable ; les infrastructures de transport public).
 - b. Soutien à la production utilisant des technologies à faible émission de carbone (par exemple, production d'énergie renouvelable ; normes de rendement énergétique).

- c. Incitations tarifaires ou réglementation dans les secteurs non couverts par la taxe carbone (par exemple, paiements pour les services écosystémiques ; mécanisme de crédit dans les secteurs de l'utilisation des sols et des déchets).
- d. Des mesures qui renforcent la résilience et la capacité d'adaptation afin de minimiser les effets néfastes du changement climatique qui est déjà en cours, en grande partie à cause des émissions passées des pays actuellement avancés.
- e. Associer la taxe à un système de compensation avec des réductions d'émissions certifiées provenant de projets réalisés au Sénégal.

Bon nombre de ces politiques peuvent fonctionner en synergie avec une taxe sur le carbone pour aider à atteindre la CDN du Sénégal et les objectifs de développement durable, notant que certaines de ces politiques pourraient être complétées par des sources internationales d'appui au financement. Il existe également des politiques qui pourraient réduire l'efficacité d'une taxe carbone, telles que les subventions aux combustibles fossiles et les exemptions trop généreuses accordées aux entités couvertes. Ces interactions politiques doivent être soigneusement prises en compte dans la conception non seulement de la taxe carbone, mais aussi de l'ensemble des politiques climatiques et énergétiques.

4. **Les recettes collectées doivent être utilisées de manière à contribuer à la pérennité de l'instrument dans le temps sans en compromettre l'efficacité.** L'étude identifie les secteurs et les citoyens qui pourraient subir un impact négatif à la suite de l'introduction d'une taxe carbone. Pour rendre la taxe carbone politiquement acceptable et durable, l'adhésion de ces acteurs est nécessaire. Toutefois, les recettes perçues au titre de la taxe carbone pourraient contribuer à obtenir cette adhésion, mais devraient garantir que l'efficacité de la taxe sur le carbone n'est pas compromise. Par exemple, en soutenant l'accès des ménages les plus pauvres aux énergies propres ou en aidant les producteurs de ciment à adopter des processus de production à faible émission de carbone grâce aux recettes de la taxe carbone, on pourrait minimiser, voire éliminer, tout effet négatif. À l'inverse, des exonérations fiscales trop généreuses compromettront l'efficacité de la taxe carbone. De telles exemptions réduiront également les recettes de l'État, mais pourraient toutefois être nécessaires pour les industries exposées à la concurrence internationale. Ainsi si des exemptions sont accordées, elles pourraient être limitées à la part des GES qui peut difficilement être évitée.
5. **Préparer et adopter un plan concret avec des étapes claires, afin de parvenir à un signal de prix du carbone unique et fort avec une large portée.** De nombreux pays qui utilisent la tarification du carbone dans le cadre de leur politique climatique commencent avec une rigueur et une couverture faible. Une telle introduction graduelle permet d'une part de se familiariser avec cet instrument et d'autre part d'augmenter son acceptation. Un plan de mise en œuvre de la taxe carbone pour le Sénégal pourrait commencer par une surveillance et une déclaration obligatoire des émissions de CO₂ dans les secteurs clés, avant l'imposition de la taxe. La taxe peut initialement couvrir uniquement les secteurs à forte intensité d'émissions et être relativement faible et différenciée dans le coût net selon les secteurs. Les niveaux de taxe et la couverture des secteurs et des gaz peuvent être augmentés par la suite. Cela laisse le temps de s'adapter et d'évaluer les options d'atténuation. Cela permet aux entreprises et aux citoyens de s'adapter progressivement à un environnement où les coûts des combustibles fossiles augmentent et de limiter davantage les effets négatifs sur le PIB et l'emploi. Cela permet également au gouvernement de renforcer ses capacités et son expérience en matière d'administration et de communication de la taxe carbone, ainsi que d'affiner les différentes caractéristiques de la taxe carbone. Il est essentiel d'éviter des révisions importantes du plan annoncé afin de fournir un prix du carbone solide et crédible à long terme, qui sous-

tend un grand nombre d'investissements à faible émission de carbone nécessaires pour réduire les émissions.

6. **Renforcer la coordination entre les ministères et les autres agences gouvernementales.** Plusieurs ministères et autres agences gouvernementales peuvent et doivent contribuer à la conception, à la mise en œuvre et à la révision de la taxe carbone pour en assurer le succès. Il faut au moins s'assurer que tous les organismes publics concernés sont bien informés des objectifs et des mécanismes de la taxe carbone et de ses implications pour leurs mandats spécifiques. La COMNACC pourrait jouer un rôle clé à cet égard en offrant un forum permettant aux parties prenantes gouvernementales de s'impliquer.
7. **Développer très tôt une stratégie d'engagement et de communication avec les parties prenantes.** L'expérience internationale en matière de tarification du carbone suggère qu'une stratégie bien conçue d'engagement et de communication avec les parties prenantes peut contribuer très largement à la conception d'un instrument politique efficace et à la réduction de la résistance à une taxe carbone, voire à son soutien. Lorsque les entreprises et les citoyens comprennent le fonctionnement de la taxe, les raisons pour lesquelles elle est envisagée et ce qui peut être fait avec les recettes perçues, ils sont habilités à contribuer à sa conception et ont la possibilité d'exprimer clairement leurs préoccupations. Les conclusions du projet actuel sur l'évaluation d'une taxe carbone ainsi que de son prédécesseur sur l'évaluation des options alternatives de tarification du carbone appropriées dans le contexte du Sénégal peuvent être extrêmement utiles à cet égard. À l'avenir, la stratégie de communication et d'engagement des parties prenantes pour la taxe pourrait s'appuyer sur la communauté de tarification du carbone qui s'est constituée pendant la réalisation de ces études. En outre, les conclusions de ces études devraient être largement diffusées.

7. Bibliographie

- ABCP, SNIC et IFC (2017). Increasing the Use of Alternative Fuels at Cement Plants: International Best Practice. Online: https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/33180042-b8c1-4797-ac82-cd5167689d39/Alternative_Fuels_08+04.pdf?MOD=AJPERES&CVID=IT3Bm3Z [consultée: 27.07.2021].
- Acworth, W., C. Kardish et K. Kellner (2020). *Carbon Leakage and Deep Decarbonization: Future-proofing Carbon Leakage Protection*. Berlin: ICAP.
- Acworth, W. et al. (2021). Emissions trading in pursuit of electricity de carbonisation - market structures and regulations matter. Online: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05_21_cc_38-2021_electricity_decarbonisation.pdf.
- Acworth, W. et al. (2019). Influence of market structures and market regulation on the carbon market: Interim report.
- AFDB (2021). AFDB Socio Economic Database, 1960-2021 - Africa Information Highway Portal. Online: <https://dataportal.opendataforafrica.org/nbyenxf/afdb-socio-economic-database-1960-2021?country=1000650-ecowas> [consultée: 20.05.2021].
- Africa Oil+Gas Report (2021). FAR Finally Agrees to Sell to Woodside in Senegal. Online: <https://africaoilgasreport.com/2021/04/farm-in-farm-out/far-finally-agrees-to-sell-to-woodside-in-senegal/> [consultée: 31.05.2021].
- Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD (2005). *Enquête nationale sur les conditions de vie des ménages*.
- Alton, T. et al. (2014). Introducing carbon taxes in South Africa. *Applied Energy* 116: 344–54.
- Alton, T., Arndt, C., Davies, R., Hartley, F., Makrelov, K., Thurlow, J., & Ubogu, D. (2013). The economic implications of introducing carbon taxes in South Africa. Online: <https://www.wider.unu.edu/sites/default/files/wp2012-046.pdf>.
- Annabi, N. et al. (2002). *La Modélisation du Marché du Travail dans les MEGC : offre endogène, syndicats et salaire d'efficience. Rapport soumis au ministère des Finances, Québec*.
- Armington, P. (1969). A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production (Une theorie de la demande de produits differencies d'apres leur origine) (Una teoria de la demanda de productos distinguiendolos segun el lugar de produccion). *Staff Papers - International Monetary Fund* 16(1): 159–78.
- Arndt, C. et al. (2013). Measuring the Carbon Intensity of the South African Economy. *South African Journal of Economics* 81(3): 393–415.
- Baranzini, A. et al. (2017). Carbon pricing in climate policy: seven reasons, complementary instruments, and political economy considerations. *WIREs Climate Change* 8(4).
- Benavides, C. et al. (2015). The Impact of a Carbon Tax on the Chilean Electricity Generation Sector. *Energies* 8(4): 2674–700.
- Blanchflower, D. et A. Oswald (1994). Estimating a Wage Curve for Britain 1973-90. *The Economic Journal* 104(426): 1025–43.
- BP (2018). BP announces Final Investment Decision for Phase 1 of the Greater Tortue Ahmeyim LNG development. Online: <https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and->

- insights/press-releases/bp-announces-final-investment-decision-for-phase-1-of-the-greater-tortue-ahmeyim-lng-development.html [consultée: 31.05.2021].
- BP (2021a). GHG emissions | Sustainability | Home: bp is taking action to cut greenhouse gas (GHG) emissions. Online: <https://www.bp.com/en/global/corporate/sustainability/getting-to-net-zero/ghg-emissions.html> [consultée: 30.05.2021].
- BP (2021b). Senegal | What we do |: The Tortue/Ahmeyim project. Online: <https://www.bp.com/en/global/corporate/what-we-do/bp-worldwide/bp-in-senegal.html> [consultée: 31.05.2021].
- Bronzini, R. et P. Piselli (2009). Determinants of long-run regional productivity with geographical spillovers: The role of R&D, human capital and public infrastructure. *Regional Science and Urban Economics* 39(2): 187–99.
- Cabral, F. et al. (2017). Global Biofuel Production and Poverty in Senegal. *Economics Bulletin* 37(3): 1435–49.
- Cabral, F. J. and al. (2020). Une matrice de comptabilité sociale du Sénégal.
- Dangote Cement (2021). Dangote Cement in Senegal. Online: <https://www.dangotecement.com/senegal/> [consultée: 31.05.2021].
- Decaluwé, B. et al. (2013). *PEP 1-t Standard PEP Model, Single Country, Dynamic Version*.
- Dechezleprêtre, A. et M. Sato (2017). The Impacts of Environmental Regulations on Competitiveness. *Review of Environmental Economics and Policy* 11(2): 183–206.
- Doda, B. et al. (2021). Carbon Pricing Potential in East and South Asia.
- Dorband, I. et al. (2019). Poverty and distributional effects of carbon pricing in low- and middle-income countries – A global comparative analysis. *World Development* 115: 246–57.
- Droege, S. (2011). Using border measures to address carbon flows. *Climate Policy* 11(5): 1191–201.
- Droege, S. (2013). Carbon pricing and its future role for energy-intensive industries: Key features of steel, cement, aluminium, basic chemicals, pulp & paper. Online: <https://climatestrategies.org/wp-content/uploads/2014/10/cs-eii-synthesis-march-2013-final.pdf> [consultée: 30.05.2021].
- EC (2021). Fuel Quality - Climate Action - European Commission. Online: https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/fuel_en [consultée: 31.05.2021].
- ECOWAS (2018). Update of the ECOWAS revised master plan for the development of power generation and transmission of electrical energy - PDF Free Download. Online: <https://docplayer.net/146633404-Update-of-the-ecowas-revised-master-plan-for-the-development-of-power-generation-and-transmission-of-electrical-energy.html> [consultée: 31.05.2021].
- Edenhofer, O., M. Kalkuhl et Ockenfels, A. (2021). Carbon price could become core instrument of global climate policy. Online: <https://www.mcc-berlin.net/en/news/information/information-detail/article/carbon-price-could-become-core-instrument-of-global-climate-policy.html> [consultée: 28.05.2021].
- Elliott, T. (2016). Landfill Tax in the United Kingdom. Online: <https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/e48ad1c2-dfe4-42a9-b51c-8fa8f6c30b1e/UK%20Landfill%20Tax%20final.pdf?v=63680923242#:~:text=The%20tax%20has%20two%20bandings,at%20GBP%207%20per%20tonne>.
- Faye, A., Pablo Torres et and Eric Hyman (2021). Clean Energy Market Assessment for Senegal: Climate Economic Analysis for Development, Investment, and Resilience (CEADIR).

- Fischer, C. et A. Fox (2012). Comparing policies to combat emissions leakage: Border carbon adjustments versus rebates. *Journal of Environmental Economics and Management* 64(2): 199–216.
- Forrest, J. et M. Rocque (2017). Crude Oil Investing in a Carbon Constrained World: 2017 Update. *ARC Energy Research Institute*.
- Garbaccio, R., M. S. Ho et D. Jorgenson (1999). Why Has the Energy-Output Ratio Fallen in China? *The Energy Journal* 20(3): 63–92.
- German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (2021). West African Alliance for Carbon Markets and Climate Finance. Online: <https://www.carbon-mechanisms.de/en/news-details/west-african-alliance-on-carbon-markets-and-climate-finance>.
- Global Cement (2020). Ciments du Sahel begins construction of new 3Mt/yr line at Kirene cement plant. *Global Cement*.
- Global Energy Monitor (2021). Global Coal Plant Tracker. Online: <https://globalenergymonitor.org/projects/global-coal-plant-tracker/> [consultée: 31.05.2021].
- Gottinger, H. (1998). Greenhouse Gas Economics and Computable General Equilibrium. *Journal of Policy Modeling* 20(5): 537–80.
- Guo, Z. et al. (2014). Exploring the impacts of a carbon tax on the Chinese economy using a CGE model with a detailed disaggregation of energy sectors. *Energy Economics* 45: 455–62.
- ICAP (2021a). Emissions Trading Worldwide: ICAP Status Report 2021. Online: <https://icapcarbonaction.com/en/icap-status-report-2021> [consultée: 31.05.2021].
- ICAP (2021b). Carbon Pricing Dashboard. Online: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/about> [consultée: 31.05.2021].
- ICAP et PMR (2021). Emissions Trading in Practice: A Handbook on Design and Implementation: Second Edition.
- IEA (2019). Senegal Energy Outlook. Online: <https://www.iea.org/articles/senegal-energy-outlook> [consultée: 31.05.2021].
- IEA (2020). Cement. Online: <https://www.iea.org/reports/cement> [consultée: 26.07.2021].
- IEA (2021a). Data & Statistics. Online: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TPESbySource> [consultée: 31.05.2021].
- IEA (2021b). Policy database – Senegal. Online: <https://www.iea.org/policies?q=senegal&country=Senegal> [consultée: 26.05.2021].
- Ihejirika, N. (2021). Canada's Carbon Tax Hike and Strategic Implications for Oil & Gas Firms. Online: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2021/02/Insight-83-Canadas-Carbon-Tax-Hike-and-Strategic-Implications-for-Oil-Gas-Firms.pdf> [consultée: 30.05.2021].
- IMF (2019). Senegal: Staff Report for the 2018 Article IV Consultation and Seventh Review Under the Policy Support Instrument and Request for Modification of Assessment Criteria: Debt Sustainability Analysis-Press Release; Staff Report; and Statement by the Executive Director for Senegal.
- IMF (2021). Senegal and the IMF. Online: <https://www.imf.org/en/Countries/SEN> [consultée: 11.05.2021].

- ISID & UNIDO (n.d.). Programme for country partnership Senegal: Summary. Online: <https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-03/PCP%20Senegal.pdf> [consultée: 20.05.2021].
- JRC (2013). JRC Publications Repository - Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide: Industrial Emissions Directive 2010/75/EU:(Integrated Pollution Prevention and Control). Online: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC83006> [consultée: 22.03.2020].
- Kajaste, R. et M. Hurme (2016). Cement industry greenhouse gas emissions – management options and abatement cost. *Journal of Cleaner Production* 112: 4041–52.
- Klenert, D. et al. (2018). Making carbon pricing work for citizens. *Nature Climate Change* 8(8): 669–77.
- Kuneman, E. et al. (2021). The Korea Emissions Trading System and electricity market: Influence of market structures and market regulation on the carbon market. Online: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-19_cc_36-2021_case_study_korea.pdf.
- Larsen, J. et al. (2018). Energy and Environmental Implications of a Carbon Tax in the United States. Online: <https://www.energypolicy.columbia.edu/research/report/energy-and-environmental-implications-carbon-tax-united-states> [consultée: 31.05.2021].
- Lehne, J. et F. Preston (2020). Making Concrete Change: Innovation in Low-carbon Cement and Concrete. Online: <https://www.chathamhouse.org/2018/06/making-concrete-change-innovation-low-carbon-cement-and-concrete> [consultée: 31.05.2021].
- Leontief, W. (1970). Environmental Repercussions and the Economic Structure: An Input-Output Approach. *The Review of Economics and Statistics* 52(3): 262–71.
- Li, G., R. Zhang et T. Masui (2021). CGE modeling with disaggregated pollution treatment sectors for assessing China's environmental tax policies. *The Science of the total environment* 761: 143264.
- Liu, Y. et Y. Lu (2015). The Economic impact of different carbon tax revenue recycling schemes in China: A model-based scenario analysis. *Applied Energy* 141: 96–105.
- MEDER (2015). Plan d'Actions National des Energies Renouvelables (PANER): SENEGAL Période [2015-2020/2030] [consultée: 31.05.2021].
- Ndiaye, S. Effect of Reforms on Tax Revenue Performance in Senegal AERC Research Paper 370. Online: https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00X884.pdf [consultée: 23.05.2021].
- NEA (2021). Voorlichting CO2-heffing industrie. Online: <https://www.emissieautoriteit.nl/actueel/nieuws/2020/11/27/voorlichting-co2-heffing-industrie> [consultée: 31.05.2021].
- Nong, D. (2020). Development of the electricity-environmental policy CGE model (GTAP-E-PowerS): A case of the carbon tax in South Africa. *Energy Policy* 140: 111375.
- Norwegian Petroleum (2020). Emissions to air. Online: <https://www.norskpetroleum.no/en/environment-and-technology/emissions-to-air/#instruments-to-reduce-greenhouse-gas-emissions> [consultée: 31.05.2021].
- OEC (2020). Senegal (SEN) Exports, Imports, and Trade Partners. Online: <https://oec.world/en/profile/country/sen?tradeScaleSelector1=tradeScale0&tradeScaleSelector2=tradeScale0&yearSelector1=exportGrowthYear25&yearSelector2=importGrowthYear25> [consultée: 20.05.2021].

- Olivier, J. et al. (2016). Trends in Global CO2 Emissions: 2016 Report. Online: https://www.researchgate.net/publication/273698338_Trends_in_Global_CO2_Emissions.
- Oxford Business Group (2020). The key sectors in Senegal's long-term growth plan. Online: <https://oxfordbusinessgroup.com/news/key-sectors-senegal%E2%80%99s-long-term-growth-plan> [consultée: 20.05.2021].
- Parry, I., Veung, C. et D. Heine, D. (2015). How much carbon pricing is in countries' own interests? The critical role of co-benefits. *Climate Change Economics* 06(04): 1550019.
- Perspectives (2019). Etude d'opportunité sur la mise en place d'un instrument de tarification carbone au Sénégal.
- PMR (2017). *Carbon Tax Guide. A Handbook for Policy Makers*: World Bank, Washington, DC.
- République du Sénégal (2014). Plan Sénégal Emergent. Online: https://www.sec.gouv.sn/sites/default/files/Plan%20Senegal%20Emergent_0.pdf [consultée: 23.05.2021].
- République du Sénégal (2020). Contribution déterminée au niveau national du Senegal. Online: <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Senegal%20First/CDNSenegal%20approuv%C3%A9e-pdf-.pdf> [consultée: 26.05.2021].
- Sato, M. et A. Dechezleprêtre (2015). Asymmetric industrial energy prices and international trade. *Energy Economics* 52: S130-S141.
- Savana, A. (2021). Sénégal : Augmentation de 262.500 tonnes de la production de ciment en 2020. *Financial Afrik*.
- Schneising, O. et al. (2020). Remote sensing of methane leakage from natural gas and petroleum systems revisited. *Atmospheric Chemistry and Physics* 20(15): 9169–82.
- SENELEC (2018). Rapport Annuel 2018.
- SOCOCIM Industries (2021). N°1 en Afrique de l'Ouest. Une industrie moderne, performante et respectueuse de l'environnement. Online: <http://www.sococim.com/SOCOCIM-INDUSTRIES> [consultée: 31.05.2021].
- Sogreah (2013). Etude de la mise en place d'une redevance assainissement des eaux usées industrielles de la baie de Hann et d'une révision de la taxe de la pollution annuelle: Rapport de mission 3 – Version finale : proposition d'un système de redevance et des principes de sa mise en oeuvre.
- Telaye, A. et al. (2019). *Exploring Carbon Pricing in Developing Countries*: World Bank, Washington, DC.
- UN (2020). Handbook on carbon taxation for developing countries: Chapter 3: Designing a Carbon Tax. Online: https://www.un.org/development/desa/financing/sites/www.un.org.development.desa.financing/files/2020-11/Chapter%203_Design_UN%20CarbonTax%20Handbook.pdf [consultée: 29.05.2021].
- UNECE (2019). Best Practice Guidance for Effective Methane Management Best Practice Guidance for Effective Methane Management in the Oil and Gas Sector: Monitoring, Reporting and Verification (MRV) and Mitigation ECE/ENERGY/129. Online: https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/images/CMM/CMM_CE/Best_Practice_Guidance_for_Effective_Methane_Management_in_the_Oil_and_Gas_Sector__Monitoring__Reporting_and_Verification__MRV__and_Mitigation-_FINAL__with_covers_.pdf [consultée: 31.05.2021].

- van Heerden, J. et al. (2016). The economic and environmental effects of a carbon tax in South Africa: A dynamic CGE modelling approach. *South African Journal of Economic and Management Sciences* 19(5): 714–32.
- Vogt-Schilb, A. et al. (2019). Cash transfers for pro-poor carbon taxes in Latin America and the Caribbean. *Nature Sustainability* 2(10): 941–8.
- Wang, Q. et al. (2016). Distributional effects of carbon taxation. *Applied Energy* 184: 1123–31.
- WFP (2018). Senegal country strategic plan (2019–2023). Online: <https://docs.wfp.org/api/documents/5b0e7061163e4ba98d6348b150e588e2/download/> [consultée: 28.05.2021].
- Wilson, I. et I. Staffell (2018). Rapid fuel switching from coal to natural gas through effective carbon pricing. *Nature Energy* 3(5): 365–72.
- Wood Mackenzie (2021). Carbon pricing, fiscal terms and upstream asset values. *Insight* [consultée: 30.05.2021].
- Woodside (2021). Senegal - Woodside Energy: The Sangomar Field Development is poised to be Senegal's first offshore oil development. Online: <https://www.woodside.com.au/what-we-do/international-developments-marketing-and-exploration/senegal> [consultée: 31.05.2021].
- World Bank (2019). Project to Promote a Shift towards Lower Carbon Power Generation in Senegal - Procurement Plan (P169744). Online: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/346471587372612560/senegal-africa-p169744-project-to-promote-a-shift-towards-lower-carbon-power-generation-in-senegal-procurement-plan> [consultée: 31.05.2021].
- World Bank (2021a). Senegal | Data. Online: <https://data.worldbank.org/country/senegal> [consultée: 11.05.2021].
- World Bank (2021b). *State and Trends of Carbon Pricing 2021*: Washington, DC: World Bank.
- World Bank (2021c). Senegal. Online: <https://www.worldbank.org/en/country/senegal> [consultée: 11.05.2021].
- World Bank (2021d). GDP per capita, PPP (current international \$) - Senegal, Benin, Burkina Faso, Cabo Verde, Cote d'Ivoire, Gambia, The, Ghana, Guinea-Bissau, Liberia, Mali, Niger, Nigeria, Sierra Leone, Togo | Data. Online: https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.PP.CD?end=2019&locations=SN-BJ-BF-CV-CI-GM-GH-GW-LR-ML-NE-NG-SL-TG&most_recent_value_desc=true&start=2003&view=map&year=2019 [consultée: 20.05.2021].
- World Bank (2021e). Carbon Pricing Dashboard. Online: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/> [consultée: 31.05.2021].
- World Bank (2021f). Mitigation Action Assessment Protocol. Online: <https://maap.worldbank.org/#/homepage> [consultée: 11.05.2021].
- World Bank (2021g). Beyond Mitigation: Quantifying the Development Benefits of Carbon Pricing. Online: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/35624/Beyond-Mitigation-Quantifying-the-Development-Benefits-of-Carbon-Pricing.pdf> [consultée: 11.05.2021].

WTO (2019). Senegal - Trade Profile. Online: https://www.wto.org/english/res_e/statis_e/daily_update_e/trade_profiles/SN_e.pdf [consultée: 23.05.2021].

Yusuf, A. et B. Resosudarmo (2015). On the distributional impact of a carbon tax in developing countries: the case of Indonesia. *Environmental Economics and Policy Studies* 17(1): 131–56.

8. Informations complémentaires

8.1. Détails concernant les réunions tenues dans le cadre du MT3

Le tableau suivant donne un aperçu des activités d'engagement des parties prenantes qui ont été organisées par le CRES et adelphi et qui ont eu lieu jusqu'en mai 2021. Toutes les réunions se sont déroulées sous forme virtuelle, à l'exception de celles indiquées par un astérisque (*) qui étaient hybrides. Les réunions sont classées par ordre chronologique.

Type	Date	Objectif principal	Acteurs clés du secteur public/privé	Nombre de participants
Réunion bilatérale	13.10.2020	- Présenter l'équipe du projet et la méthodologie au point focal MEDD	- MEDD	10+
Réunion multilatérale	20.11.2020	- Faire une présentation sur la méthodologie du projet et - Rencontrer le personnel du MEDD et du COMNACC	- MEDD, COMNACC	10+
Réunion multilatérale	15.12.2020	- Coordination de l'agenda de l'événement de lancement avec des hauts fonctionnaires du MEDD	- MEDD, COMNACC, BOAD, UNFCCC	~10

Type	Date	Objectif principal	Acteurs clés du secteur public/privé	Nombre de participants
Réunion multilatérale (Événement de lancement)	23.12.2020	<ul style="list-style-type: none"> - Présenter l'équipe de projet et la méthodologie à un large groupe de parties prenantes. - Répondre aux questions des parties prenantes 	<ul style="list-style-type: none"> - MEDD, COMNACC - BOAD, UNFCCC, WB - Représentants des secteurs du pétrole et du gaz, des déchets de ciment, de l'électricité 	60+
Réunion bilatérale	17.02.2021	<ul style="list-style-type: none"> - Discussion initiale sur les classes de scénarios 	<ul style="list-style-type: none"> - Représentants du secteur de l'électricité 	20+
Réunion multilatérale (Comité directeur)	25.02.2021	<ul style="list-style-type: none"> - Promotion des objectifs du projet dans le secteur public et privé - Recevoir des conseils sur l'orientation de l'avancement du projet 	<ul style="list-style-type: none"> - MEDD, COMNACC, - Représentants des secteurs du pétrole et du gaz, des déchets de ciment, de l'électricité 	30+
Réunion bilatérale	05.03.2021	<ul style="list-style-type: none"> - Échange technique sur la CDNS 	<ul style="list-style-type: none"> - COMNACC 	~5
Réunion bilatérale	24.03.2021	<ul style="list-style-type: none"> - Coordination de l'ordre du jour de l'atelier 1 avec des hauts fonctionnaires du MEDD 	<ul style="list-style-type: none"> - MEDD 	~5

Type	Date	Objectif principal	Acteurs clés du secteur public/privé	Nombre de participants
Réunion multilatérale (Atelier 1 : Développement de scénarios)	30.03.2021	<ul style="list-style-type: none"> - Présentation d'une première série de scénarios à évaluer quantitativement - Échange sur le contenu et la structure des scénarios 	<ul style="list-style-type: none"> - MEDD, COMNACC - BOAD, UNFCCC, WB - Représentants des secteurs du pétrole et du gaz, du ciment, des déchets et de l'électricité. 	40+
Réunion bilatérale	20.04.2021	<ul style="list-style-type: none"> - Discuter du contenu de l'atelier 1 et recevoir un retour d'information - Échange technique sur les caractéristiques et le potentiel de réduction des émissions du secteur des déchets 	<ul style="list-style-type: none"> - Représentants du secteur des déchets 	~5
Réunion bilatérale	21.04.2021	<ul style="list-style-type: none"> - Discuter du contenu de l'atelier 1 et recevoir un retour d'information - Échange technique sur les hypothèses du scénario CDNS 	<ul style="list-style-type: none"> - COMNACC 	~5
Réunion bilatérale	22.04.2021	<ul style="list-style-type: none"> - Discuter du contenu de l'atelier 1 et recevoir un retour d'information 	<ul style="list-style-type: none"> - Représentant de BP 	2

Type	Date	Objectif principal	Acteurs clés du secteur public/privé	Nombre de participants
Réunion bilatérale *	01.05.2021	- Réunion technique sur les hypothèses d'activité et d'émissions dans la CDN	- MEDD	
Réunion bilatérale	04.05.2021	- Discuter du rôle des donateurs bilatéraux dans l'avancement du programme de tarification du carbone au Sénégal	- Représentant de la KfW	3
Réunion multilatérale	17.09.2021	- Présentation de la première série de résultats de modélisation et discussion	- MEDD, BOAD, UNFCC	7
Réunion bilatérale	05.10.2021	- Discussion avec les représentants de la Banque Mondiale concernant le projet et les efforts de tarification du carbone au Sénégal suite à la présentation par le MEDD.	- Représentants locaux et internationaux de la Banque Mondiale	5
Réunion bilatérale	23.11.2021	- Présentation de la deuxième série de résultats de modélisation et discussion	- MEDD, COMNACC	5
Réunion multilatérale (Atelier 2 : Développement de scénarios)	22.12.2021	- Présentation des résultats quantitatifs et des projets de recommandations	- MEDD, COMNACC - BOAD, UNFCCC, WB	40+

Type	Date	Objectif principal	Acteurs clés du secteur public/privé	Nombre de participants
		de l'étude et discussion	- Représentants des secteurs du pétrole et du gaz, du ciment, des déchets et de l'électricité.	

8.2. Tableaux avec informations complémentaires

Tableau A 1 : Sénégal, contribution sectorielle à la valeur ajoutée et à la formation du PIB

Secteurs	Valeur ajoutée en valeur (millions de francs CFA)	Contribution au PIB (Valeur ajoutée secteur / PIB totale (%))
AGRICULTURE	2658930	15.66%
Agriculture formelle	154361	0,91%
Agriculture informelle	2504569	14,75%
<i>Charbon</i>	<i>34743</i>	<i>0,20%</i>
INDUSTRIES	5058469	29.79%
Industrie formelle	3227310	19,01%
<i>Pétrole brut</i>	<i>493465</i>	<i>2,91%</i>
<i>Gaz brut</i>	<i>455684</i>	<i>2,68%</i>
<i>Pétrole raffiné</i>	<i>97933</i>	<i>0,58%</i>
<i>Electricité</i>	<i>154630</i>	<i>0,91%</i>
<i>Ciment</i>	<i>135443</i>	<i>0,80%</i>
<i>Gaz et autres énergies</i>	<i>66264</i>	<i>0,39%</i>
Industrie informelle	1831159	10,79%
SERVICES	9284294	54.68%
Services marchands formels	3511320	20,68
Services marchands informels	3918330	23,08%
Services non marchands	1854644	10,92%
Total	17001693	100%

Source : Calculs à partir de la MCS projetée du Sénégal, 2023

Tableau A 2 : Sénégal, contribution des facteurs de production à la valeur ajoutée sectorielle

Secteurs	Rémunération des facteurs primaires (en millions de francs CFA)			Contribution des facteurs de production à la valeur ajoutée (en %)			Intensité factorielle
	Travail	Capital	Total	Travail (L)	Capital (K)	Total	K/L
AGRICULTURE	1.832.961	823,181	2.656.142	69%	31%	100%	0,45
Agriculture formelle	89.815	62.633	152.448	59%	41%	100%	0,7
Agriculture informelle	1.743.146	760.548	2.503.694	70%	30%	100%	0,44
<i>Charbon</i>	<i>23.862</i>	<i>10.876</i>	<i>34.738</i>	<i>69%</i>	<i>31%</i>	<i>100%</i>	<i>0,46</i>
INDUSTRIE	1.600.530	3,412,487	5.013.017	32%	68%	100%	2,13
Industrie formelle	713.734	2,472,679	3.186.413	22%	78%	100%	3,46
<i>Pétrole brut</i>	<i>1.362</i>	<i>484.607</i>	<i>485.969</i>	<i>0%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>355,81</i>
<i>Gaz brut</i>	<i>1.257</i>	<i>447.329</i>	<i>448.586</i>	<i>0%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>355,87</i>
<i>Pétrole raffiné</i>	<i>20.468</i>	<i>72.686</i>	<i>93.154</i>	<i>22%</i>	<i>78%</i>	<i>100%</i>	<i>3,55</i>
<i>Electricité</i>	<i>64.523</i>	<i>85.522</i>	<i>150.045</i>	<i>43%</i>	<i>57%</i>	<i>100%</i>	<i>1,33</i>
<i>Ciment</i>	<i>41.515</i>	<i>91.027</i>	<i>132.542</i>	<i>31%</i>	<i>69%</i>	<i>100%</i>	<i>2,19</i>
<i>Gaz et autres énergies</i>	<i>27.647</i>	<i>36.653</i>	<i>64.300</i>	<i>43%</i>	<i>57%</i>	<i>100%</i>	<i>1,33</i>
Industrie informelle	886.796	939.808	1.826.604	49%	51%	100%	1,06
SERVICES	5.129.925	4,104,797	9,234,722	56%	44%	100%	0,8
Services marchands formels	1.436.099	2,033,528	3,469,627	41%	59%	100%	1,42
Services marchands informels	2.354.844	1,551,477	3,906,321	60%	40%	100%	0,66
Services non marchands	1.338.982	519,792	1,858,774	72%	28%	100%	0,39
Total	8.563.416	8,340,465	16,903,881	51%	49%	100%	0,97

Source : Calculs à partir de la MCS projetée du Sénégal, 2023.

Tableau A 3 : Sénégal, structure des revenus du Gouvernement

Recettes	Part
Impôt et taxes sur le revenu et la richesse	23,38%
Taxes directes payées par les entreprises	12,13%
Taxes directes par les ménages dont	11,25%
- <i>Ménage Décile 1</i>	0,40%
- <i>Ménage Décile 2</i>	0,37%
- <i>Ménage Décile 3</i>	0,54%
- <i>Ménage Décile 4</i>	0,65%
- <i>Ménage Décile 5</i>	0,81%
- <i>Ménage Décile 6</i>	0,93%
- <i>Ménage Décile 7</i>	1,50%
- <i>Ménage Décile 8</i>	1,64%
- <i>Ménage Décile 9</i>	2,01%
- <i>Ménage Décile 10</i>	2,41%
Impôts et taxes liés à la production nette des subventions d'exploitation	1,96%
Taxe à l'exportation	0,11%
Taxe à l'importation (Droits de douane)	13,26%
Taxe indirecte (TVA)	32,87%
Transferts reçus	8,86%
Revenu de la propriété et du capital	19,55%
Total recette	100%

Source : Calculs à partir de la MCS projetée du Sénégal, 2023.

Tableau A 4 : Sénégal, structure des revenus des ménages

Ménages	Travail	Capital	Transferts reçus des autres ménages	Transferts reçus des firmes	Transferts reçus du Gouvernement	Transferts reçus de l'extérieur	Total
-Ménage Décile 1	37,78%	21,44%	31,75%	2,41%	3,10%	3,53%	100%
-Ménage Décile 2	38,94%	22,18%	29,93%	2,49%	3,04%	3,43%	100%
-Ménage Décile 3	45,02%	20,98%	24,08%	1,94%	3,00%	4,98%	100%
-Ménage Décile 4	43,99%	21,07%	19,59%	1,51%	1,44%	12,40%	100%
-Ménage Décile 5	42,74%	21,10%	20,70%	2,27%	1,19%	11,99%	100%
-Ménage Décile 6	40,97%	21,67%	21,64%	2,24%	0,93%	12,56%	100%
-Ménage Décile 7	50,40%	25,52%	9,52%	2,43%	1,14%	10,99%	100%
-Ménage Décile 8	49,11%	24,82%	12,82%	2,45%	0,93%	9,86%	100%
-Ménage Décile 9	45,80%	24,77%	10,93%	4,39%	0,74%	13,37%	100%
-Ménage Décile 10	39,03%	23,60%	23,08%	3,45%	0,43%	10,41%	100%
Ensemble	44%	23%	18%	3%	1%	11%	100%

Source : Calculs à partir de la MCS projetée du Sénégal, 2023.

Tableau A 5 : Sénégal, structure des dépenses des ménages

	Ménages										
	Décile 1	Décile 2	Décile 3	Décile 4	Décile 5	Décile 6	Décile 7	Décile 8	Décile 9	Décile 10	Ensemble
Impôts directs	1,92%	1,69%	2,29%	2,21%	2,07%	2,00%	2,61%	2,50%	2,37%	1,91%	2%
Transferts	24,38%	#####	12,20%	19,75%	22,74%	22,16%	21,02%	22,19%	22,63%	25,41%	22%
Inter ménages	20,80%	19,31%	8,03%	15,75%	18,88%	18,40%	16,38%	17,62%	18,23%	21,81%	18%
Firmes	0,57%	0,55%	0,68%	0,66%	0,61%	0,59%	0,75%	0,74%	0,70%	0,57%	1%
Reste du monde	3,00%	2,79%	3,49%	3,35%	3,24%	3,17%	3,88%	3,83%	3,69%	3,03%	3%
Consommation	59,51%	#####	68,65%	60,81%	61,23%	61,82%	63,35%	62,68%	60,39%	59,86%	61%
Produits agricoles	7,09%	8,89%	10,61%	11,88%	10,33%	8,76%	10,22%	11,88%	11,30%	15,36%	12%
<i>Charbon</i>	<i>0,21%</i>	<i>0,36%</i>	<i>0,37%</i>	<i>0,25%</i>	<i>0,22%</i>	<i>0,20%</i>	<i>0,30%</i>	<i>0,26%</i>	<i>0,26%</i>	<i>0,34%</i>	0%
Produits industriels	25,17%	26,21%	26,20%	26,57%	33,82%	34,88%	35,84%	31,38%	32,75%	27,38%	31%
<i>Pétrole brut</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	0%
<i>Gaz</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	0%
<i>Pétrole raffiné</i>	<i>1,12%</i>	<i>0,72%</i>	<i>0,35%</i>	<i>0,70%</i>	<i>0,89%</i>	<i>0,71%</i>	<i>0,72%</i>	<i>1,01%</i>	<i>1,32%</i>	<i>1,58%</i>	1%
<i>Electricité</i>	<i>0,16%</i>	<i>0,10%</i>	<i>0,08%</i>	<i>0,09%</i>	<i>0,10%</i>	<i>0,18%</i>	<i>0,16%</i>	<i>0,14%</i>	<i>0,31%</i>	<i>0,30%</i>	0%
<i>Ciment</i>	<i>1,02%</i>	<i>1,31%</i>	<i>1,34%</i>	<i>0,99%</i>	<i>1,31%</i>	<i>1,34%</i>	<i>1,99%</i>	<i>1,24%</i>	<i>1,17%</i>	<i>0,77%</i>	1%
Services marchands	27,24%	25,41%	31,84%	22,36%	17,08%	18,18%	17,29%	19,42%	16,35%	17,11%	19%
Services non marchands	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
Epargne	14,20%	#####	16,85%	17,23%	13,96%	14,02%	13,02%	12,63%	14,60%	12,81%	14%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Source : Calculs à partir de la MCS projetée du Sénégal.

8.3. Description du modèle CRES CGE

L'impact de la taxe carbone au Sénégal sera évalué à l'aide d'une modélisation en équilibre général calculable dynamique. En conséquence, nous utilisons un modèle d'équilibre général calculable (EGC) pour analyser divers scénarii politiques qui spécifient les sources d'émissions de carbone à taxer, le taux de taxe et l'utilisation des revenus générés par la taxe sur le carbone. En raison de l'interdépendance des secteurs et agents économiques et des effets de rétroactions au sein de l'économie, ce type de questionnement s'insère idéalement dans un cadre d'équilibre général, lequel prend en compte la structure de l'économie dans son ensemble et les interrelations entre les branches et agents économiques tout en respectant les équilibres macroéconomiques. En outre, l'analyse en équilibre général a l'avantage d'intégrer les canaux de transmission des chocs sur les agents microéconomiques, tout en tenant compte des contraintes macroéconomiques à l'intérieur desquelles ils opèrent (équilibre investissement-épargne, contrainte budgétaire du gouvernement et contrainte extérieure). S'inspirant de la génération des modèles d'équilibre général calculable (MEGC) élaborés par l'équipe de chercheurs du CRES, le modèle taxe carbone intègre ses spécificités qui permettent d'évaluer les impacts de différents scénarii de taxe carbone.

Les caractéristiques générales du modèle

La construction d'un MEGC requiert, d'une part, la disponibilité de données sur l'économie nationale à l'année de base et, d'autre part, le choix de fonctions de comportement des agents économiques, le calibrage des paramètres des fonctions de comportement, et le choix d'une fermeture macroéconomique. Dans ce type de modèle, les prix et les quantités de tous les biens et services et de tous les facteurs de production, sont déterminés simultanément sur leurs marchés respectifs. La plupart des équations du modèle ont des fondements microéconomiques rigoureux spécifiant comment les quantités demandées et offertes répondent aux variations des prix sur chaque marché. Par ailleurs, les comportements des agents ne peuvent aller à l'encontre du cadre macroéconomique sous-jacent, de sorte que la conceptualisation du fonctionnement de l'économie permet, également, une analyse macroéconomique rigoureuse.

La structure du modèle de base utilisé est celle de PEP 1-t, élaboré par Decaluwé et al (2013). Toutefois, nous y avons ajouté un ensemble de caractéristiques, à savoir : la modélisation du secteur de l'énergie, la prise en compte du changement technologique de l'économie avec la production attendue de pétrole et du gaz bruts, la modélisation du capital public qui permet de simuler les objectifs d'investissement public, la prise en compte du capital humain, de la recherche développement, des infrastructures approchées par les investissements physiques et des externalités du capital public dans la spécification des fonctions de production des secteurs marchands à travers l'introduction d'une fonction de productivité totale des facteurs. Une autre spécificité concerne la segmentation poussée du marché du travail, l'introduction d'une courbe des salaires, la modélisation du commerce extérieur qui prend en compte l'existence d'une demande d'exportation finie. Le modèle intègre également de nombreux instruments fiscaux existants ainsi que différents types de transferts publics aux ménages et aux entreprises. Le modèle est dynamique récursif, ce qui signifie qu'il est résolu comme une séquence d'équilibres statiques reliés dans le temps, à travers l'accumulation du capital et l'accroissement de la main d'œuvre et des équations de comportement. Un des avantages d'une spécification du modèle dynamique est la possibilité de générer un sentier à moyen et long terme. De plus, les changements structurels peuvent être analysés dans le temps.

Le modèle s'applique à une petite économie pour laquelle les prix mondiaux sont donnés. Il prend en compte 34 catégories d'institutions : les dix déciles de ménages de Dakar, les dix

déciles des ménages des autres centres urbains et les dix déciles de ménages du milieu rural, les entreprises formelles, les entreprises informelles, l'État et le reste du monde. Le modèle prend en compte 24 secteurs d'activité dont ceux qui sont identifiés dans le cadre de la CDN du Sénégal comme potentiels pollueurs et donc payeurs de la taxe carbone. Il s'agit du secteur de l'énergie (40%), la cimenterie (8%) et les gaz et le pétrole. Les secteurs de l'énergies sont ventilés du côté de l'offre par source (électricité, charbon, pétrole raffiné, gaz, pétrole brut et gaz brut). Le modèle intègre trois types de facteur capital (privé formel, privé informel et public). Le capital public est réparti entre les différents secteurs. Dans le marché du travail, nous distinguons quatre niveaux de qualification³⁵: les très qualifiés, les moyennement qualifiés, les peu qualifiés et les non qualifiés.

Structure du bloc de production

La technologie de production est décrite selon un processus à différents niveaux. Dans un premier temps, la production du secteur XS_j (équation 1) est exprimée par une fonction de type Leontief combinant des parts fixes de la valeur ajoutée VA_j et des consommations intermédiaires CI_j (équation 2) :

$$XS_j^t = \min \left[\frac{CI_j^t}{io_j}, \frac{VA_j^t}{v_j} \right] \quad (1)$$

La consommation intermédiaire totale d'une branche est une part fixe de sa production :

$$CI_j^t = io_j XS_j^t \quad (2)$$

La consommation intermédiaire totale (CI) (équation 3) est exprimée comme une fonction CES combinant un input composite constitué des énergies non renouvelables (charbon, pétrole brut, gaz, électricité, pétrole raffiné) et de l'électricité (CIEN) et d'autres inputs non énergétiques (CIAT) :

$$CI_{j,t} = B_j^{CI} \left[\beta_j^{CI} CIEN_{j,t}^{\rho_j^{CI}} + (1 - \beta_j^{CI}) CIAT_{j,t}^{-\rho_j^{CI}} \right]^{-\frac{1}{\rho_j^{CI}}} \quad (3)$$

L'input composite constitué des énergies non renouvelables et de l'électricité (CIEN) (équation 4) est fonction de l'input composite constitué des inputs non énergétiques (CIAT) :

$$CIEN_{j,t} \left[\frac{\beta_j^{CI} PCIA_{j,t}}{1 - \beta_j^{CI} PCIE_{j,t}} \right]^{\sigma_j^{CI}} CIAT_{j,t} \quad (4)$$

L'input composite CIEN est représenté également sous la forme d'une fonction CES combinant l'input « électricité » (CIEL) et les énergies non renouvelables de type « fuel » (CIAF) :

$$CIEN_{j,t} = B_j^{CII} \left[\beta_j^{CII} CIEL_{j,t}^{\rho_j^{CII}} + (1 - \beta_j^{CII}) CIAF_{j,t}^{-\rho_j^{CII}} \right]^{-\frac{1}{\rho_j^{CII}}} \quad (5)$$

³⁵ Maitrise, master, ingénieurs, doctorat et plus

L'input composite « électricité » (CIEL) (équation 6) utilisé par une branche j est représenté comme une fonction de l'input composite constitué des inputs non énergétiques (CIAF) :

$$CIEL_{j,t} = \left[\frac{\beta_j^{CII}}{1-\beta_j^{CII}} \frac{PCIAF_{j,t}}{PCIEL_{j,t}} \right]^{\sigma_j^{CII}} CIAF_{j,t} \quad (6)$$

Il est représenté également sous la forme d'une fonction CES combinant la source d'énergie « pétrole-gaz » (CIPG) et la source d'énergie « hors pétrole-gaz » (CINPG) utilisé par la branche « électricité » :

$$CIEL_{elec,t} = B_{elec}^{CII,e} \left[\beta_{elec}^{CII,e} CIPG_{elec,t}^{\rho_{elec}^{CII,e}} + (1 - \beta_{elec}^{CII,e}) CINPG_{elec,t}^{-\rho_{elec}^{CII,e}} \right]^{\frac{1}{\rho_{elec}^{CII,e}}} \quad (7)$$

L'input composite « pétrole-gaz » (CIPG) utilisé par le secteur « électricité » est fonction de l'input composite « hors pétrole-gaz » (CINPG) utilisé par la même branche :

$$CIPG_{elec,t} = \left[\frac{\beta_{elec}^{CII,e}}{1-\beta_{elec}^{CII,e}} \frac{PCINPG_{elec,t}}{PCIPG_{elec,t}} \right]^{\sigma_{elec}^{CII,e}} CINPG_{elec,t} \quad (8)$$

L'input composite « pétrole-gaz » (CIPG) de la branche électricité est représenté sous la forme d'une fonction CES combinant l'input pétrole (CIP) et l'input gaz (CIG) :

$$CIPG_{elec,t} = B_{elec}^{CII,e} \left[\beta_{elec}^{CII,e} CIP_{elec,t}^{\rho_{elec}^{CII,e}} + (1 - \beta_{elec}^{CII,e}) CIG_{elec,t}^{-\rho_{elec}^{CII,e}} \right]^{\frac{1}{\rho_{elec}^{CII,e}}} \quad (9)$$

L'input « pétrole » (CIP) utilisé par la branche électricité est fonction de l'input « gaz » (CIG) utilisé par l'électricité :

$$CIP_{elec,t} = \left[\frac{\beta_{elec}^{CII,e}}{1-\beta_{elec}^{CII,e}} \frac{PCIG_{elec,t}}{PCIP_{elec,t}} \right]^{\sigma_j^{CII,e}} CIG_{elec,t} \quad (10)$$

La valeur ajoutée est formulée de façon différente selon les secteurs. Dans le secteur non-marchand,

la valeur ajoutée (VA) est une fonction CES qui combine le travail composite (LDC) et le capital composite (KDC) :

$$VA_{j,t} = B_j^{VA} \left[\beta_j^{VA} LDC_{j,t}^{\rho_j^{VA}} + (1 - \beta_j^{VA}) KDC_{j,t}^{-\rho_j^{VA}} \right]^{\frac{1}{\rho_j^{VA}}} \quad (11)$$

Le facteur de productivité B_j^{VA} est une fonction du capital humain ($KH_{j,t}$), de la recherche-développement ($RD_{j,t}$), de l'investissement physique ($IP_{j,t}$) et du rapport entre le capital

public global et le capital privé du secteur $\left(\frac{KD_{pub}G_t}{KD_{priv}_{j,t}} \right)$ et de la sensibilité de la productivité à ces différents arguments, donnée par les élasticités respectives τ_k , τ_r et τ_i . Le stock global

de capital public ($KD_{pub}G_t$) crée pour chaque activité productrice une externalité positive qui affecte la productivité globale des facteurs du secteur. Le facteur de productivité A sera ainsi affecté par la répartition du flux d'investissement public entre le capital humain ($KH_{j,t}$), la recherche-développement ($RD_{j,t}$) et l'investissement physique ($IP_{j,t}$), mais également par l'ampleur des externalités dont bénéficie le secteur et l'élasticité de la productivité aux différents arguments :

$$B_j^{VA} = \bar{B}_{j,t} \left[(KH_{j,t})^{\varepsilon_k} (RD_{j,t})^{\varepsilon_r} (IP_{j,t})^{\varepsilon_i} \left(\frac{KD_{pub}G_t}{KD_{priv_{j,t}}} \right)^{\varepsilon_k} \right] \quad (12)$$

En revanche, dans les secteurs marchands, la valeur ajoutée est une fonction CES qui combine le travail composite (LDC) et le capital composite (KDC). Le travail composite est une fonction CES combinant les quatre différentes catégories de travail. La demande de travail de chaque branche est déterminée par la condition de premier ordre de maximisation du profit. Le capital composite est représenté sous la forme d'une fonction CES combinant le capital privé et le capital public. La demande de capital spécifique de chaque branche est déterminée par la condition de premier ordre de maximisation du profit. La productivité globale des facteurs B_j^{VA} est endogène. Elle est une fonction du capital humain, de la recherche-développement, de l'investissement physique, du ratio entre le taux d'accumulation du capital public et du capital privé du secteur et de l'élasticité de la PGF à ces différents arguments.

Modélisation du marché du travail

Dans ce modèle, une des caractéristiques du marché du travail est, d'une part, la segmentation en quatre catégories selon le niveau de qualifications : les non qualifiés, les peu qualifiés, les moyennement qualifiés et les très qualifiés. D'autre part, nous tenons compte du caractère rigide des différents segments du marché du travail qualifié en introduisant le chômage de façon endogène. Les travailleurs sont supposés être mobiles à l'intérieur des différents segments du marché du travail. Mais il n'existe pas de mobilité de la main d'œuvre entre les différents segments du marché du travail.

L'approche par la courbe des salaires (wage curve), développée par Blanchflower et Oswald (1994), est utilisée pour modéliser le marché du travail où nous supposons l'existence d'un chômage dans les segments du travail qualifié. Les travailleurs de ce segment du marché sont principalement employés dans le secteur moderne ou secteur formel où nous supposons une relative rigidité dans la fixation du salaire. Le taux de salaire y évolue selon la situation du marché du travail, conformément à la situation décrite par la *wage curve*. Celle-ci décrit une relation négative entre les niveaux de chômage et les salaires. Elle traduit le fait que les zones et/ou secteurs caractérisés par des taux de chômage élevés, sont associées à de bas salaires, alors que ceux à taux de chômage faibles sont marqués par des niveaux élevés de salaires.

$$\sum_j LD_{l,j,t} + u_{l,t} * LS_{l,t} = LS_{l,t} \quad (13)$$

Dans le segment du marché du travail non-qualifié, les travailleurs évoluent généralement dans le secteur informel. Le taux de salaire est supposé y être déterminé par la confrontation de l'offre et de la demande de travail. Ainsi sur ce marché, l'équilibre résultant de l'égalité entre la somme de l'offre et de la demande de travail non-qualifié permet de déterminer le taux de salaire à l'équilibre.

$$\sum_j LD_{i,j,t} = LS_{i,t} \quad (14)$$

Le compte gouvernement

Le revenu de l'Etat (YG) est égal à la somme du revenu total du gouvernement tiré des taxes sur la production et des importations (TPRCTS), du revenu total du gouvernement tiré d'autres taxes sur la production (TPRODN), des transferts reçus des autres institutions (YGTR), des impôts directs collectés auprès des ménages (TDHT) et des firmes (TDFT), ainsi que de la rémunération du capital (YGK) (équation 15). Outre pour l'achat de biens, ces revenus sont utilisés les transferts sociaux (équation 16) et l'épargne (équation 17). La consommation réelle du gouvernement est maintenue au même niveau qu'avant l'introduction de la taxe sur le carbone. Les parts attribuées aux dépenses des biens et services et aux transferts publics aux ménages et aux entreprises sont maintenues fixes.

$$YG_t = YGK_t + TDHT_t + TDFT_t + TPRODN_t + TPRCTS_t + YGTR_t \quad (15)$$

$$TR_{agng,gvt,t} = PIXCON_t^\eta TR_{agng,gvt}^O Pop_t \quad (16)$$

$$SG_t = YG_t - \sum_{agng} TR_{agng,gvt,t} - G_t \quad (17)$$

Le compte commerce extérieur

Suivant l'approche d'Armington (1969), nous avons supposé que les produits nationaux et importés étaient des substituts imparfaits. Aussi, la demande intérieure totale pour un bien ou un service est déterminée suivant une fonction CES de produits domestiques et importés (équation 18 et 19). Pour tenir compte des contraintes des exportateurs sénégalais sur le marché extérieur, nous introduisons une fonction de demande à l'exportation dans le modèle (équation 20). Celle-ci est à élasticité finie et est fonction du rapport entre le prix mondial et le prix fob. En effet, les producteurs locaux sont obligés de réduire leur prix à l'exportation pour accroître leurs parts de marché à l'étranger³⁶. Les biens exportés ne sont ni taxés ni subventionnés.

$$Q_{i,t} = B_i^M \left[\beta_i^M IM_{i,t}^{-\rho_i^M} + (1 - \beta_i^M) DD_{i,t}^{-\rho_i^M} \right]^{\frac{-1}{\rho_i^M}} \quad (18)$$

$$IM_{i,t} = \left[\frac{\beta_i^M}{1 - \beta_i^M} \frac{PD_{i,t}}{PM_{i,t}} \right]^{\sigma_i^M} DD_{i,t} \quad (19)$$

$$EXD_{i,t} = EXD_i^0 pop_t \left(\frac{e_t PWX_{i,t}}{PE_{i,t}^{FOB}} \right)^{\sigma_i^{XD}} \quad (20)$$

Processus de bouclage

Trois principes sont considérés pour le bouclage du modèle : l'équilibre du compte du gouvernement, le solde de la balance courante et l'égalité épargne-investissement. Pour le compte du gouvernement, les dépenses publiques sont supposées fixes, en termes réels, à

³⁶ Dans le cas du Sénégal, les produits de l'agro-alimentaire et ceux des autres industries sont, en particulier soumis à une forte concurrence sur les marchés extérieurs.

la première période tandis que l'épargne publique est endogène. L'équilibre épargne-investissement est réalisé à travers l'introduction d'une taxe indirecte endogène qui permet à l'État de collecter le supplément de ressources nécessaires.

Le taux d'épargne du Gouvernement et celui des autres institutions, ainsi que les dépenses publiques bien que supposées fixes, en termes réels, à la première période, augmentent au même rythme que la population.

Dynamique du modèle

La dynamique de l'économie est induite par l'accumulation de capital et la croissance démographique. L'accroissement du capital à travers l'investissement est la principale source de croissance de l'économie.

Le stock de capital privé sectoriel de fin de période $(KD_{k,j,t+1})$ est égal au stock de début de période $(KD_{k,j,t})$ net de la consommation en capital fixe (ou dépréciation) de la période à un taux $(\delta_{k,j})$, auquel s'ajoute le volume de capital accumulé au cours de la période $(IND_{k,j,t})$:

$$KD_{k,j,t+1} = KD_{k,j,t} (1 - \delta_{k,j}) + IND_{k,j,t} \quad (21)$$

La règle d'accumulation du capital privé est déterminée comme suit dans le secteur marchand : le taux d'accumulation sectoriel du capital privé est supposé être une fonction croissante du ratio coût-bénéfice du capital, ce dernier évoluant à un taux décroissant :

$$\frac{IND_{k,tr,t}}{KD_{k,tr,t}} = \Theta_{k,tr} \left[\frac{R_{k,tr,t}}{U_{k,tr,t}} \right]^{\sigma_{k,tr}^{INV}} \quad (22)$$

Dans le secteur non-marchand, les flux d'investissements publics dépendent du revenu disponible de l'Etat. En conséquence, l'investissement public (ING_{ntr}^t) de la période t dépend du revenu du Gouvernement (YG). Il est une proportion μ_e de ce revenu :

$$ING_{ntr}^t = \mu_e * YG.$$

Dans chaque secteur, l'investissement public (ING_{tr}^t) est alloué de façon discrétionnaire par les décideurs aux dépenses en infrastructures physiques (IP^t_i) , en capital humain (KH^t_i) et aux dépenses en recherche-développement (RD^t_i) selon les parts respectives τ_{-p_i} , τ_{-k_i} et τ_{-r_i} :

$$IP^t_i = \tau_{-p_i} * ING_i^t \quad (23)$$

$$KH^t_i = \tau_{-k_i} * ING_i^t \quad (24)$$

$$RD^t_i = \tau_{-r_i} * ING_i^t \quad (25)$$

Si l'accumulation de capital est guidée par la rationalité ci-dessus, il en est autrement de l'offre de travail qui augmente au rythme de la croissance démographique et, est donc exogène. Cette hypothèse est également valable pour les transferts inter-ménages, les transferts publics versés aux ménages, les transferts privés et publics du reste du monde vers les institutions résidentes et vice-versa, la consommation minimale privée.

Estimation des émissions

La production des énergies ainsi que leur utilisation dans le processus de fabrication des biens et services a un impact sur les émissions de GES. Dans un MEGC, les données sont libellées en unités monétaires. Par conséquent, il n'existe pas de lien direct entre les valeurs des activités et les émissions de gaz qui se dégagent. Nous avons utilisé l'approche de multiplicateurs de Léontief (1970) développée Arndt, C., et al. (2013) pour estimer le contenu en carbone des activités et produits de l'économie sénégalaise. Cette approche qui est souvent utilisée (Alton et al., 2013 ; Telaye A. et al., 2019) consiste à calculer des coefficients qui indiquent le contenu en gaz d'une unité de production sectorielle ou une unité de produit à partir des données de la MCS et de facteurs de conversion des énergies calculés à partir de IPCC, 2006. Ainsi après chaque simulation, on calcule les nouvelles émissions de gaz en multipliant les nouvelles valeurs de la production et de la demande finales par les coefficients.

Données et paramètres de spécification des formes fonctionnelles du modèle

Le modèle est calibré à l'aide d'une matrice de comptabilité sociale du Sénégal (SAM) pour l'année 2017 qui intègre une désagrégation poussée des secteurs intensifs en énergie³⁷. Cette MCS fournit des informations initiales sur la structure et la composition de la production, la valeur ajoutée sectorielle et sa répartition entre les facteurs de production, la composition des ménages, les recettes publiques et le commerce international.

L'adaptation de la MCS au format intégrant les secteurs concernés par la taxe carbone au Sénégal a nécessité des données supplémentaires sur la production, les exportations et les ventes locales. Les données sur le ciment ont été extraites du tableau de bord de production industrielle de la DPEE 2017, tandis que les données sur le charbon ont été extraites de l'ANSD. Pour les secteurs du pétrole brut et du gaz bruts, les données sur les projections des quantités ont été fournies par le MEDD.

La spécification des fonctions de production, de consommation des ménages et des demandes d'importation et d'exportation requiert les paramètres suivants : l'élasticité-revenu de la demande de produits, le paramètre de Frisch, l'élasticité de substitution entre le capital et le travail, l'élasticité de substitution entre les produits importés et locaux, l'élasticité de transformation entre les ventes extérieures et les ventes locales, et l'élasticité de la demande extérieure. En l'absence de séries longues, ces paramètres n'ont pas été estimés sur des données du Sénégal. Ils ont été empruntés à la littérature des MEGC et à des études empiriques réalisées dans d'autres économies en développement présentant des similitudes avec le Sénégal³⁸. Les élasticités associées à la fonction de productivité globale des facteurs sont empruntées aux travaux de Bronzini R., P. Piselli (2009). Tous les autres paramètres du modèle ont été calibrés à l'aide des données de la MCS, de manière à assurer la cohérence des données de l'année de base.

Annexe : Description des équations du modèle

³⁷ Elle s'appuie sur MCS construite en collaboration avec l'ANSD (Cabral et al, 2018).

³⁸ Des détails sur les paramètres dans les MEGC sont apportés par Annabi et al. (2002).

Production

La technologie de production est décrite selon un processus à différents niveaux. Dans un premier temps, la production du secteur XS_j est exprimée par une fonction de type Leontief combinant des parts fixes de la valeur ajoutée VA_j et des consommations intermédiaires CI_j :

$$XS_j^t = \min \left[\frac{CI_j^t}{i_{0j}}, \frac{VA_j^t}{v_j} \right]$$

La consommation intermédiaire totale d'une branche est une part fixe de sa production :

$$CI_j^t = i_{0j} XS_j^t$$

La consommation intermédiaire totale (CI) est exprimée comme une fonction CES combinant un input composite constitué des énergies non renouvelables (charbon, pétrole brut, gaz, électricité, pétrole raffiné) et de l'électricité (CIEN) et d'autres inputs non énergétiques (CIAT) :

$$CI_{j,t} = B_j^{CI} \left[\beta_j^{CI} CIEN_{j,t}^{\rho_j^{CI}} + (1 - \beta_j^{CI}) CIAT_{j,t}^{-\rho_j^{CI}} \right]^{-\frac{1}{\rho_j^{CI}}}$$

L'input composite constitué des énergies non renouvelables et de l'électricité (CIEN) est fonction de l'input composite constitué des inputs non énergétiques (CIAT) :

$$CIEN_{j,t} \left[\frac{\beta_j^{CI} PCIA_{j,t}}{1 - \beta_j^{CI} PCIE_{j,t}} \right]^{\sigma_j^{CI}} CIAT_{j,t}$$

L'input composite CIEN est représenté également sous la forme d'une fonction CES combinant l'input « électricité » (CIEL) et les énergies non renouvelables (CIAF) :

$$CIEN_{j,t} = B_j^{CII} \left[\beta_j^{CII} CIEL_{j,t}^{\rho_j^{CII}} + (1 - \beta_j^{CII}) CIAF_{j,t}^{-\rho_j^{CII}} \right]^{-\frac{1}{\rho_j^{CII}}}$$

L'input composite « électricité » (CIEL) utilisé par une branche j est représenté comme une fonction de l'input composite constitué des inputs non énergétiques (CIAF) :

$$CIEL_{j,t} \left[\frac{\beta_j^{CII} PCIAF_{j,t}}{1 - \beta_j^{CII} PCIE_{L,j,t}} \right]^{\sigma_j^{CII}} CIAF_{j,t}$$

Quant à l'input composite « électricité » (CIEL), il est représenté également sous la forme d'une fonction CES combinant la source d'énergie « pétrole-gaz » (CIPG) et la source d'énergie « hors pétrole-gaz » (CINPG) utilisé par la branche « électricité » :

$$CIEL_{elec,t} = B_{elec}^{CII,e} \left[\beta_{elec}^{CII,e} CIPG_{elec,t}^{\rho_{elec}^{CII,e}} + (1 - \beta_{elec}^{CII,e}) CINPG_{elec,t}^{-\rho_{elec}^{CII,e}} \right]^{-\frac{1}{\rho_{elec}^{CII,e}}}$$

L'input composite « pétrole-gaz » (CIPG) utilisé par le secteur « électricité » est fonction de l'input composite « hors pétrole-gaz » (CINPG) utilisé par la même branche :

$$CIPG_{elec,t} \left[\frac{\beta_{elec}^{CI,e} PCINPG_{elec,t}}{1 - \beta_{elec}^{CI,e} PCIP_{elec,t}} \right]^{\sigma_{elec}^{CI,e}} CINPG_{elec,t}$$

L'input composite « pétrole-gaz » (CIPG) de la branche électricité est représenté sous la forme d'une fonction CES combinant l'input pétrole (CIP) et l'input gaz (CIG) :

$$CIPG_{elec,t} = B_{elec}^{CI,e} \left[\beta_{elec}^{CI,e} CIP_{elec,t}^{\rho_{elec}^{CI,e}} + (1 - \beta_{elec}^{CI,e}) CIG_{elec,t}^{-\rho_{elec}^{CI,e}} \right]^{-\frac{1}{\rho_{elec}^{CI,e}}}$$

L'input « pétrole » (CIP) utilisé par la branche électricité est fonction de l'input « gaz » (CIG) utilisé par l'électricité :

$$CIP_{elec,t} \left[\frac{\beta_{elec}^{CI,e} PCIG_{elec,t}}{1 - \beta_{elec}^{CI,e} PCIP_{elec,t}} \right]^{\sigma_j^{CI,e}} CIG_{elec,t}$$

La valeur ajoutée (VA) est une fonction CES qui combine le travail composite (LDC) et le capital composite (KDC) :

$$VA_{j,t} = B_j^{VA} \left[\beta_j^{VA} LDC_{j,t}^{\rho_j^{VA}} + (1 - \beta_j^{VA}) KDC_{j,t}^{-\rho_j^{VA}} \right]^{-\frac{1}{\rho_j^{VA}}}$$

Le facteur de productivité B_j^{VA} est une fonction du capital humain ($KH_{j,t}$), de la recherche-développement ($RD_{j,t}$), de l'investissement physique ($IP_{j,t}$) et du rapport entre le capital public global et le capital privé du secteur $\left(\frac{KDpubG_t}{KDpriv_{j,t}} \right)$ et de la sensibilité de la productivité à ces différents arguments, donnée par les élasticités respectives τ_k , τ_r et τ_i . Le stock global de capital public ($KDpubG_t$) crée pour chaque activité productrice une externalité positive qui affecte la productivité globale des facteurs du secteur. Le facteur de productivité A sera ainsi affecté par la répartition du flux d'investissement public entre le capital humain ($KH_{j,t}$), la recherche-développement ($RD_{j,t}$) et l'investissement physique ($IP_{j,t}$), mais également par l'ampleur des externalités dont bénéficie le secteur et l'élasticité de la productivité aux différents arguments :

$$B_j^{VA} = \bar{B}_{j,t} \left[(KH_{j,t})^{\varepsilon_k} (RD_{j,t})^{\varepsilon_r} (IP_{j,t})^{\varepsilon_i} \left(\frac{KDpubG_t}{KDpriv_{j,t}} \right)^{\varepsilon_k} \right]$$

La demande du travail est fonction du capital :

$$LDC_{j,t} = \left[\frac{\beta_j^{VA} RC_{j,t}}{1 - \beta_j^{VA} WC_{j,t}} \right]^{\sigma_j^{VA}} KDC_{j,t}$$

Le travail composite est une fonction CES des différentes catégories de travail :

$$LDC_{j,t} = B_j^{LD} \left[\sum_l \beta_{l,j}^{LD} LD_{l,j,t}^{-\rho_j^{LD}} \right]^{-\frac{1}{\rho_j^{LD}}}$$

La demande du travail de chaque branche est déterminée par la condition de premier ordre de maximisation du profit pour les secteurs :

$$LD_{l,j,t} = \left[\frac{\beta_{l,j}^{LD} WC_{j,t}}{WTI_{l,j,t}} \right]^{\sigma_j^{LD}} (B_j^{LD})^{\sigma_j^{LD}-1} * LDC_{j,t}$$

Le capital composite est une fonction CES des différentes catégories de capital (Capital public, privé et terre) :

$$KDC_{k,j,t} = B_j^{KD} \left[\sum_k \beta_j^{KD} KD_{k,j,t}^{-\rho_j^{KD}} \right]^{\frac{-1}{\rho_j^{KD}}}$$

La demande de chaque type de capital résulte de la minimisation des couts :

$$KD_{k,j,t} = \left[\frac{\beta_{k,j}^{KD} RC_{j,t}}{RTI_{k,j,t}} \right]^{\sigma_j^{KD}} (B_j^{KD})^{\sigma_j^{KD}-1} * KDC_{j,t}$$

La demande en produits composites (DI) d'origine importés et domestiques est une part fixe de la consommation intermédiaire totale de la branche j . Chaque produit i représente une part fixe (a_{ij}) de la consommation intermédiaire totale sectorielle j :

$$DI_{i,j,t} = a_{ij} CI_{ij}$$

Revenu et Epargne

- **Ménages**

Le revenu des ménages émane de trois sources : le revenu du travail, la rémunération du capital et les transferts reçus des autres agents :

$$YH_{h,t} = YHL_{h,t} + YHK_{h,t} + YHTR_{h,t}$$

Chaque type de ménage reçoit une part fixe des revenus de chaque type de travail :

$$YHL_{h,l} = \sum \lambda_{h,l}^{WL} [W_{l,t} \sum_j LD_{l,j,t}]$$

Le revenu total du capital est réparti entre les agents, y compris les ménages, dans des proportions fixes :

$$YHK_{h,t} = \sum_k \lambda_{h,k}^{RK} \left(R_{k,t} \sum_j KD_{k,j,t} \right)$$

Le revenu des transferts est obtenu par un cumul de l'ensemble des transferts reçus (transferts des agents nationaux et des transferts issus du reste du monde):

$$YHTR_{h,t} = \sum_{agd} TR_{h,agd,t} + TR_{h,row,t}$$

De ce fait le revenu des transferts issu des agents nationaux se distingue du revenu des transferts issu du reste du monde (transferts des migrants) :

$$YHTRNW_{h,t} = \sum_{agd} TR_{h,agd,t}$$

$$YHTRW = TR_{h,row,t}$$

Le revenu disponible des ménages est égal à la différence entre le revenu, les taxes directes et les transferts versés aux autres institutions étatiques :

$$YDH_{h,t} = YH_{h,t} - TDH_{h,t} - TR_{gvt,h,t}$$

La dépense de consommation réelle des ménages est égale à la différence entre le revenu disponible, l'épargne et les transferts versés à d'autres agents :

$$CTH_{h,t} = YDH_{h,t} - SH_{h,t} - \sum_{agn} TR_{agn,h,t}$$

L'épargne des ménages est une fonction linéaire du revenu disponible (excluant transferts des migrants) et de la partie des transferts destinée à l'épargne/investissement :

$$SH_{h,t} = PIXCON_t^\eta sh0_{h,t} + sh1_{h,t} [YHL_{h,t} + YHK_{h,t} + YHTRNW_{h,t}] \\ + sh12_{h,t} YHTRW_{h,t} - sh1_{h,t} [TDH_{h,t} + TR_{gvt,h,t}]$$

- **Entreprises**

Le revenu des firmes est constitué de la rémunération du capital public et privé et des transferts reçus des autres institutions :

$$YF_{f,t} = YFK_{f,t} + YFTR_{f,t}$$

Le revenu total du capital est réparti entre les agents, y compris les firmes, dans des proportions fixes :

$$YFK_{f,t} = \sum_k \lambda_{f,t}^{RK} \left[\sum_j R_{k,j,t} KD_{k,j,t} \right]$$

Le revenu des transferts est obtenu par un cumul de l'ensemble des transferts versés par les autres agents :

$$YFTR_{f,t} = \sum_{ag} TR_{f,ag,t}$$

Le revenu disponible des firmes est égal à la différence entre le revenu (YF) et la taxe directe :

$$YDF_{f,t} = YF_{f,t} - TDF_{f,t}$$

L'épargne des firmes est la différence entre le revenu disponible et les transferts versés aux autres agents institutionnels :

$$SF_{f,t} = YDF_{f,t} - \sum_{agn} TR_{agn,f,t}$$

- **Gouvernement**

Le revenu de l'Etat (YG) est égal à la somme du revenu total du gouvernement tiré des taxes sur la production et des importations (TPRCTS), du revenu total du gouvernement tiré d'autres taxes sur la production (TPRODN), des transferts reçus des autres institutions (YGTR), y

compris les impôts directs collectés auprès des ménages (TDHT) et des firmes (TDFT), ainsi que de la rémunération du capital (YGK) :

$$YG_t = YGK_t + TDHT_t + TDFT_t + TPROD_n_t + TPRCTS_t + YGTR_t$$

Le revenu total du capital est réparti entre les agents, y compris le gouvernement, dans des proportions fixes :

$$YGK_t = \sum_k \lambda_{gvt,k}^{RK} \left[\sum_j R_{k,j,t} KD_{k,j,t} \right]$$

Le revenu total du gouvernement tiré des taxes sur la production et des importations est égal à la somme des taxes indirectes (TICT) sur les ventes domestiques, des taxes à l'exportation (TIXT), des taxes à l'importation (TIMT) :

$$TPRCTS_t = TICT_t + TIMT_t + TIXT_t$$

Le total des taxes indirectes (TICT) est égal à la somme des taxes indirectes collectées sur les ventes domestiques :

$$TICT_t = \sum_i TIC_{i,t}$$

Le total des taxes à l'importation (TIMT) est égal à la somme des taxes à l'importation collectée sur les produits importés :

$$TIMT_t = \sum_m TIM_{m,t}$$

Le total des taxes à l'exportation (TIXT) est égal à la somme des taxes à l'exportation collectée sur les produits exportés :

$$TIXT_t = \sum_x TIX_{x,t}$$

Le total des impôts indirects collectés sur les ventes domestiques, nets des subventions d'exploitation (TIC), est un produit du taux de taxe sur les ventes³⁹ et de l'offre du bien composite (ventes du produit local et importé) :

$$TIC_{i,t} = tti_{i,t} \left[\left(PL_{i,t} + \sum_{ij} PC_{ij,t} tmrg_{ij,i} \right) DD_{i,t} + \left((1 + tti_{i,t}) PWM_{i,t} e_t + \sum_{ij} PC_{ij,t} tmrg_{ij,i} \right) IM_{i,t} \right]$$

Les taxes à l'importation (TIM) sont une fonction linéaire reliant le taux de droit de douane (ttim), le prix mondial (PWM), le taux de change (e) et les quantités importées (IM) :

³⁹D'usage assimilé à la TVA.

$$TIM_{i,t} = ttim_{i,t}PWM_{i,t}e_tIM_{i,t}$$

Les taxes à l'exportation (*TIX*) sont une fonction linéaire du taux de taxe à l'exportation (*ttix*), du prix mondial (*PE*) et des quantités exportées (*EXD*) :

$$TIX_{i,t} = ttix_{i,t} \left(PE_{i,t} + \sum_{ij} PC_{ij,t} tmr g_{ij,t}^x \right) EXD$$

Le revenu des autres taxes sur la production (TPRODN) est l'ensemble des taxes provenant des charges sociales, des taxes sur le capital et des autres taxes liées à la production

$$TPRODN_t = TIWT_t + TIKT_t + TIPT_t$$

Les recettes publiques provenant des charges sociales sur le travail de type I dans l'industrie j :

$$TIW_{i,j,t} = ttiw_{i,j,t}W_{i,t}LD_{i,j,t}$$

Les recettes publiques provenant des impôts sur le capital

$$TIK_{k,j,t} = ttik_{k,j,t}R_{k,j,t}KD_{k,j,t}$$

Les recettes publiques provenant des taxes à la production (à l'exclusion des taxes directement liées à l'utilisation du capital et du travail)

$$TIP_{j,t} = ttip_{j,t}PP_{j,t}XST_{j,t}$$

Notons que dans ce qui précède les taux marginaux d'imposition sont indexés dans le temps, afin de faciliter la simulation de scénarios dans lesquels la politique budgétaire évolue dans le temps.

Le total des taxes directes sur ménages (TDHT) est égal à la somme des taxes collectée sur le revenu des différents ménages :

$$TDHT_t = \sum_h TDH_{h,t}$$

Le total des taxes directes sur les entreprises (TDFT) est égal à la somme des taxes collectée sur le chiffre d'affaire des différentes entreprises :

$$TDFT_t = \sum_f TDF_{f,t}$$

Les impôts sur le revenu (des ménages et des entreprises) sont décrits comme une fonction linéaire du revenu total à l'instar de la spécification de l'épargne des ménages :

$$TDH_{h,t} = PIXCON_t^\eta ttdh0_{h,t} + ttdh1_{h,t}YH_{h,t}$$

$$TDF_{f,t} = PIXCON_t^\eta ttdf0_{f,t} + ttdf1_{f,t}YFK_{f,t}$$

Le revenu des transferts est la somme des transferts reçus des autres institutions par le gouvernement :

$$YGTR_t = \sum_{agn.g} TR_{gvt,agn,t}$$

L'épargne du gouvernement s'obtient par la différence entre les revenus du gouvernement (YG), les dépenses publiques (G) et les transferts versés aux autres agents :

$$SG_t = YG_t - \sum_{agn.g} TR_{agn,govt,t} - G_t$$

- **Reste Du Monde**

Le revenu du reste du monde est égal à la somme du montant des importations, une part du revenu du capital et les transferts des agents :

$$YROW_t = e_t \sum_i PWM_{i,t} IM_{i,t} + \sum_k \lambda_{row,k}^{RK} \left[\sum_j R_{k,j,t} KD_{k,j,t} \right] + \sum_{agd} TR_{row,agd,t}$$

L'épargne du reste du monde est égale à la différence entre le revenu du reste du monde (YROW), la valeur totale des exportations et le montant des transferts versés aux agents domestiques (ménages, firmes et gouvernement) :

$$SROW_t = YROW_t - \sum_i PE_{i,t}^{FOB} EXD_{i,t} - \sum_{agd} TR_{agd,row,t}$$

L'épargne du reste du monde est aussi égale à l'opposé de la balance du compte courant extérieur (CAB) :

$$SROW_t = -CAB_t$$

Demande

La consommation de chaque produit ($C_{i,h,t}$) est valorisée au prix du bien composite ($PC_{i,t}$). Elle est une fonction de type *LES* connue sous le nom de *système linéaire des dépenses de type Stone Geary* qui présente deux composantes : une dépense incompressible et une dépense fonction du revenu où ($C_{i,h,t}$) est la consommation en volume, \overline{CMIN}_i , la consommation minimale, et γ , la part distributive de la dépense en produit dans la dépense de consommation totale :

$$PC_{i,t} C_{i,h,t} = PC_{i,t} C_{i,h,t}^{MIN} + \gamma_{i,h}^{LES} \left(CTH_{h,t} - \sum_{ij} PC_{ij,t} C_{ij,h,t}^{MIN} \right)$$

La demande d'investissement inclut la formation brute de capital fixe (FBCF) et la variation de stock. La FBCF ne peut être négative. Elle est égale à la différence entre la demande d'investissement et le coût de la variation des stocks :

$$GFCF_t = IT_t - \sum_i PC_{i,t} VSTK_{i,t}$$

La demande d'investissement pour chaque produit est la somme des investissements privé et public :

$$INV_{i,t} = INV_{i,t}^{PRI} + INV_{i,t}^{PUB}$$

Les deux investissements publics et privés sont répartis entre produits de base en part fixes :

$$PC_{i,t}INV_{i,t}^{PRI} = \gamma_i^{INPRI} IT_t^{PRI}$$

$$PC_{i,t}INV_{i,t}^{PUB} = \gamma_i^{INPUB} IT_t^{PUB}$$

Ainsi, pour un montant donné de dépenses d'investissement, la quantité demandée à chaque produit i aux fins d'investissement est inversement liée au prix d'achat. La même hypothèse est faite en ce qui concerne les dépenses courantes des administrations publiques en biens et services. Avec un budget de dépenses actuel donné, la quantité demandée pour chaque produit varie inversement avec son prix :

$$PC_{i,t}CG_{i,t} = \gamma_i^{GVT} G_t$$

La demande intermédiaire est la somme des demandes (produits / services) exprimées par chaque branche :

$$DIT_{i,t} = \sum_j DI_{i,j,t}$$

Pour rendre disponible les marchandises sur les marchés, l'on requiert le plus souvent les services de transport et de commerce (en détail et en gros). Ainsi, les taux de marge sont appliqués à la valeur de la production nationale (Ventes intérieures et exportation) et les importations afin de déterminer les quantités marge de services requis pour distribuer les produits aux consommateurs.

$$MRGN_{i,t} = \sum_{ij} tmr g_{i,ij} DD_{ij,t} + \sum_{ij} tmr g_{i,ij} IM_{ij,t} + \sum_{ij} tmr g_{i,ij}^x EXD_{ij,t}$$

Commerce International

La production totale dans les secteurs d'exportation est définie selon une fonction à élasticité de transformation constante (*CET*), dans laquelle, B_j^{XT} , $\beta_{j,i}^{XT}$ et ρ_j^{XT} sont, respectivement, le paramètre d'échelle de production, la part relative des exportations, et l'élasticité de substitution de la fonction *CET* :

$$XST_{j,t} = B_j^{XT} \left[\sum_i \beta_{j,i}^{XT} XS_{j,i,t}^{\rho_j^{XT}} \right]^{\frac{1}{\rho_j^{XT}}}$$

La fonction d'offre individuelle est une dérivée de premier ordre maximisant le revenu :

$$XS_{j,i,t} = \frac{XST_{j,t}}{(B_j^{XT})^{1+\sigma_j^{XT}}} \left[\frac{P_{j,i,t}}{\beta_{j,i}^{XT} PT_{j,t}} \right]^{\sigma_j^{XT}}$$

La production totale dans les secteurs d'exportation est une combinaison des ventes intérieures (DS) et extérieures (EX), définie selon une fonction à élasticité de transformation constante (CET) :

$$XS_{j,i,t} = B_{j,i}^{XT} \left[\beta_{j,i}^X EX_{j,i,t}^{\rho_{j,i}^X} + (1 - \beta_{j,i}^X) DS_{j,i,t}^{\rho_{j,i}^X} \right]^{\frac{1}{\rho_{j,i}^X}}$$

Les producteurs maximisent leur profit, compte tenu des contraintes des marchés intérieur et extérieur (fonction CET). Ils substituent les ventes locales à celles extérieures et, inversement, compte tenu des parts relatives de leur vente sur les deux marchés, des prix de ventes intérieure et extérieure, et de l'élasticité de transformation de la fonction CET :

$$EX_{j,i,t} = \left[\frac{1 - \beta_{j,i}^X PE_{i,t}}{\beta_{j,i}^X PL_{i,t}} \right]^{\sigma_{j,i}^X} DS_{j,i,t}$$

$$EXD_{i,t} = EXD_i^0 pop_t \left(\frac{e_t P W X_{i,t}}{PE_{i,t}^{FOB}} \right)^{\sigma_i^{XD}}$$

Le comportement de l'acheteur est symétrique par rapport au comportement du producteur, en ce sens qu'il est supposé que les produits locaux sont des substituts imparfaits des importations ou, en d'autres termes, que les produits sont hétérogènes quant à leur origine. Donc, les produits demandés sur le marché intérieur sont les biens composites, combinant les biens produits localement (DD) et les importations (IM). La substituabilité imparfaite entre les deux est représentée par une fonction agrégatrice à élasticité de substitution constante (CES), communément appelée « fonction d'Armington » ; dans laquelle B_i^M , β_i^M et ρ_i^M sont, respectivement, le paramètre d'échelle, les parts relatives des importations, et l'élasticité de substitution de la fonction CES :

$$Q_{i,t} = B_i^M \left[\beta_i^M IM_{i,t}^{-\rho_i^M} + (1 - \beta_i^M) DD_{i,t}^{-\rho_i^M} \right]^{\frac{-1}{\rho_i^M}}$$

Le niveau des importations est dérivé de la minimisation des coûts de la fonction d'Armington. Les agents domestiques substituent les importations aux ventes locales, et inversement, compte tenu des parts relatives des importations, des prix, et de l'élasticité de substitution de la fonction d'Armington :

$$IM_{i,t} = \left[\frac{\beta_i^M PD_{i,t}}{1 - \beta_i^M PM_{i,t}} \right]^{\sigma_i^M} DD_{i,t}$$

Les Prix

Le coût unitaire de la production d'une branche d'activité est une somme pondérée des prix de la valeur ajoutée et de la consommation intermédiaire globale :

$$PP_{j,t} = \frac{PVA_{j,t}VA_{j,t} + PCI_{j,t}CI_{j,t}}{XST_{j,t}}$$

Le prix du marché (PT) est égal au coût de la production, auquel s'ajoutent les impôts indirects :

$$PT_{j,t} = (1 + ttip_{j,t})PP_{j,t}$$

Le prix de la consommation intermédiaire globale est une combinaison du coût des inputs énergétiques (CIEN) et non énergétiques (CIAT), déflaté par le volume d'inputs (CI) :

$$PCI_{j,t} = \frac{PCIE_{j,t}CIEN_{j,t} + PCIA_{j,t}CIAT_{j,t}}{CI_{j,t}}$$

Le prix de la consommation intermédiaire des inputs non énergétiques (PCIA) est une combinaison du coût des inputs non énergétiques d'une branche, déflaté par le volume des inputs non énergétiques (CIAT) :

$$PCIA_{nenerg,t} = \frac{\sum_i PC_{nenerg,t}DI_{nenerg,j,t}}{CIAT_{j,t}}$$

Le prix de la consommation intermédiaire des inputs énergétiques (PCIE) est une combinaison du coût de l'input électricité (PCIE*CIEL) et du fuel (PCIA*CIAF), déflaté par le volume des inputs énergétiques (CIEN) :

$$PCIE_{j,t} = \frac{PCIEL_{j,t}CIEL_{j,t} + PCIAF_{j,t}CIAF_{j,t}}{CIEN_{j,t}}$$

Le prix de la consommation intermédiaire de l'input électricité (PCIEL) d'une branche j est une combinaison du coût de la demande intermédiaire en input électricité de la branche, déflaté par le volume de l'input électricité (CIEL) :

$$PCIEL_{j,t} = \frac{\sum_i PC_{elec,t}DI_{elec,j,t}}{CIEL_{j,t}}$$

Le prix de la consommation intermédiaire de l'input composite « pétrole-gaz » (PCIPG) de la branche électricité est une combinaison du coût de la demande intermédiaire en input « pétrole-gaz » de la branche électricité, déflaté par le volume de l'input « pétrole-gaz » (CIPG) :

$$PCIPG_{elec,t} = \frac{\sum_i PC_{gazp,t}DI_{gazp,j,t}}{CIPG_{elec,t}}$$

Le prix de la consommation intermédiaire de l'input « pétrole » (PCIP) de la branche électricité est une combinaison du coût de la demande intermédiaire en input « pétrole » de la branche électricité, déflaté par le volume de l'input « pétrole » (CIP) :

$$PCIP_{elec,t} = \frac{\sum_i PC_{p,t}DI_{p,j,t}}{CIP_{elec,t}}$$

Le prix de la consommation intermédiaire de l'input « gaze » (PCIG) de la branche électricité est une combinaison du coût de la demande intermédiaire en input « gaz » de la branche électricité, déflaté par le volume de l'input « gaze » (CIG) :

$$PCIG_{elec,t} = \frac{\sum_i PC_{gaz,t}DI_{gaz,j,t}}{CIG_{elec,t}}$$

Le prix de la consommation intermédiaire de l'input « fuel » (PCIAF) d'une branche j est une combinaison du coût de la demande intermédiaire en input fuel de la branche, déflaté par le volume de l'input fuel (CIAF) :

$$PCIAF_{j,t} = \frac{\sum_i PC_{fuel,t} DI_{fuel,j,t}}{CIAF_{j,t}}$$

Le prix de la valeur ajoutée $PVA_{j,t}$ est une combinaison des coûts du travail composite et du capital composite :

$$PVA_{j,t} = \frac{WC_{j,t}LDC_{j,t} + RC_{j,t}KDC_{j,t}}{VA_{j,t}}$$

Le prix du travail composite d'une industrie est la somme pondérée des taux de salaire (y compris les charges sociales) des différentes catégories de travail utilisées par cette industrie :

$$WC_{j,t} = \frac{\sum_l WTI_{l,j,t}LD_{l,j,t}}{LDC_{j,t}}$$

$$WTI_{l,j,t} = W_{l,t}(1 + ttiw_{l,j,t})$$

De la même manière, le prix du capital composite d'une branche est la somme pondérée des taux de location des différents types de capital utilisés par cette branche :

$$RC_{j,t} = \frac{\sum_k RTI_{k,j,t}KD_{k,j,t}}{KDC_{j,t}}$$

$$RTI_{k,j,t} = R_{k,j,t}(1 + ttik_{k,j,t})$$

Equilibre

L'offre du produit composite (Q) est la somme des consommations finales des ménages (C), des dépenses publiques, des demandes intermédiaires (DIT), des investissements privés (INV), des variations de stocks (STK) et des marges ($MRGN$) :

$$Q_{i,t} = \sum_h C_{i,h,t} + CG_{i,t} + INV_{i,t} + VSTK_{i,t} + DIT_{i,t} + MRGN_{i,t}$$

L'offre de travail est égale à la demande de travail :

$$\sum_j LD_{l,j,t} = LS_{l,t}$$

L'offre et la demande de capital s'égalisent également :

$$\sum_j KD_{k,j,t} + \mu_{k,t} * KS_{k,t} = KS_{k,t}$$

La somme de l'investissement total et des stocks en valeur est égale à la somme des épargnes des ménages (SH), des firmes (SF), du gouvernement (SG), et du reste du monde ($SROW$), évaluée en monnaie locale :

$$IT_t = \sum_h SH_{h,t} + \sum_f SF_{f,t} + SG_t + SROW_t$$

$$IT_t^{PRI} = IT_t - IT_t^{PUB} - \sum_i PC_{i,t} VSTK_{i,t}$$

L'offre et la demande des produits locaux destinés au marché intérieur, s'égalisent :

$$\sum_j DS_{j,i,t} = DD_{i,t}$$

L'offre et la demande de produit d'exportation s'égalisent également :

$$\sum EX_{j,i,t} = EXD_{i,t}$$

Equations dynamiques

Le stock de capital privé sectoriel de fin de période ($KD_{k,j,t+1}$) est égal au stock de début de période ($KD_{k,j,t}$) net de la consommation en capital fixe (ou dépréciation) de la période à un taux ($\delta_{k,j}$), auquel s'ajoute le volume de capital accumulé au cours de la période ($IND_{k,j,t}$) :

$$KD_{k,j,t+1} = KD_{k,j,t}(1 - \delta_{k,j}) + IND_{k,j,t}$$

La demande d'investissement public (privé) est le produit du prix moyen du capital public (privé) et la somme de la demande d'investissement émanant du secteur public (privé) :

$$IT_t^{PUB} = PK_t^{PUB} \sum_{k,pub} IND_{k,pub,t}$$

$$IT_t^{PRI} = PK_t^{PRI} \sum_{k,bus} IND_{k,bus,t}$$

Le prix moyen du capital (public ou privé) est une somme pondérée des prix à la consommation, le coefficient de pondération étant la part relative de la demande du bien ou service i dans la demande globale d'investissement (par origine) :

$$PK_t^{PUB} = \frac{1}{A^{K-PUB}} \prod_i \left(\frac{PC_{i,t}}{\gamma_i^{INVPUB}} \right)^{\gamma_i^{INVPUB}}$$

$$PK_t^{PRI} = \frac{1}{A^{K-PRI}} \prod_i \left(\frac{PC_{i,t}}{\gamma_i^{INVPRI}} \right)^{\gamma_i^{INVPRI}}$$

La règle d'accumulation du capital privé est déterminée comme suit dans le secteur marchand (tr) : le taux d'accumulation sectoriel du capital privé ($\frac{IND_{k,tr,t}}{KD_{k,tr,t}}$) de la période t , est une fonction croissante du ratio coût-bénéfice du capital ($\frac{R}{U}$) de la même période, mais le rythme d'accroissement du taux d'accumulation, sous l'effet de ce ratio, est décroissant :

$$\frac{IND_{k,tr,t}}{KD_{k,tr,t}} = \theta_{k,tr} \left[\frac{R_{k,tr,t}}{U_{k,tr,t}} \right]^{\sigma_{k,tr}^{INV}}$$

Dans le secteur non-marchand, les flux d'investissements publics dépendent du revenu disponible de l'Etat. En conséquence, l'investissement public (ING_{ntr}^t) de la période t dépend du revenu du Gouvernement (YG). Il est une proportion mu_e de ce revenu :

$$ING_{ntr}^t = mu_e * YG.$$

Dans chaque secteur, l'investissement public (ING_{tr}^t) est alloué de façon discrétionnaire par les décideurs aux dépenses en infrastructures physiques (IP_i^t), en capital humain (KH_i^t) et aux dépenses en recherche-développement (RD_i^t) selon les parts respectives τ_{p_i} , τ_{k_i} et τ_{r_i} :

$$IP_i^t = \tau_{p_i} * ING_i^t$$

$$KH_i^t = \tau_{k_i} * ING_i^t$$

$$RD_i^t = \tau_{r_i} * ING_i^t$$

Le coût d'usage du capital dans un secteur est égal au prix moyen du capital (PK) que multiplie la somme du taux d'intérêt (IR) et du taux de dépréciation ($\delta_{k,r}$) :

$$U_{k,pub,t} = PK_t^{PUB} (\delta_{k,ntr} + IR_t)$$