

# La trajectoire de décarbonisation du Maroc – 4<sup>ème</sup> partie : recommandations politiques<sup>1</sup>

*Par Berahab Rim, Chami Abdelilah, Derj Atar, Hammi Ibtissem, Morazzo Mariano, Naciri Yassine, Zarkik Afaf, avec le soutien technique d'AFRY.*

## I. Introduction

La décarbonisation est un processus à long terme qui nécessite des investissements importants. Ainsi, des mesures financières et non financières spécifiques devront être mises en œuvre, à la fois à court et à long termes, pour faciliter cette transition.

Dans la deuxième partie de la série de Policy Briefs sur la trajectoire de décarbonisation du Maroc, une mise à jour des scénarios de décarbonisation a été présentée. Elle révèle que les scénarios « Ambition accélérée » et « Développement vert » atteignent des objectifs de décarbonisation plus élevés que la politique actuelle et que les objectifs de décarbonisation seront principalement atteints par l'électrification extensive des secteurs finaux et l'augmentation des sources d'énergie renouvelables dans le mix de production. Plus

précisément, les transports, la production d'électricité et le résidentiel seront les principaux secteurs pour la décarbonisation de l'économie marocaine.

Dans la troisième partie de la série de Policy Briefs susmentionnée, une analyse coûts-avantages de cette transition a été réalisée. Cette Note fait valoir que cette transition générera des avantages économiques complets se chiffrant en centaines de milliards USD, même avec les dépenses d'investissement supplémentaires nécessaires pour moderniser les secteurs couverts, à savoir les transports, le résidentiel, l'industrie et les services, l'agriculture et l'électricité.

La réalisation de cette vision et la réduction des coûts de décarbonisation nécessiteront donc certaines mesures incitatives pour les cinq secteurs couverts. En ce sens, la quatrième partie abordera les obstacles restants à la transition énergétique dans chaque secteur et formulera des recommandations à court et à long termes pour soutenir la décarbonisation, dont des mesures politiques financières et non financières, tout en tenant compte des préoccupations et des impacts distributifs.

1. Le volet technique de l'étude relatif à la modélisation a été réalisé par AFRY, sous la direction stratégique et politique du Policy Center for the New South et d'Enel Green Power Maroc. L'étude a été réalisée en 2020, avant la publication, en juin 2021, de la nouvelle contribution déterminée au niveau national (CDN) du Maroc. Par conséquent, la CDN mentionnée dans cette étude fait référence à celle de 2016.

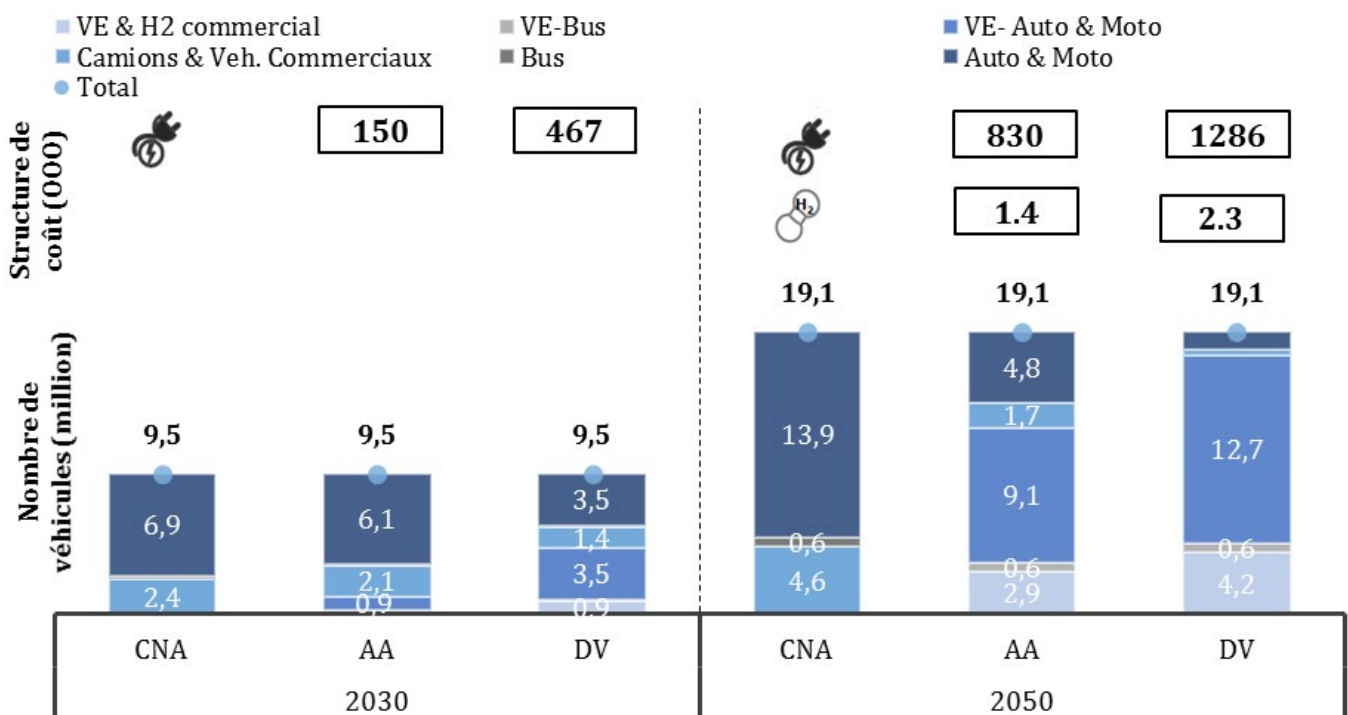
## II. Recommandations politiques

### 1. Secteur des transports

Les deuxième et troisième parties de la série de Policy Briefs sur la Trajectoire de décarbonisation du Maroc indiquent que le secteur des transports est essentiel pour décarboniser la consommation d'énergie du Maroc. Elles montrent que la décarbonisation du secteur des transports est pratique car elle entraîne une baisse des coûts économiques totaux par rapport au scénario du cours normal des affaires (CNA) et qu'elle génère ainsi

des bénéfices nets. La décarbonisation du secteur des transports sera rendue possible par l'électrification, l'élimination progressive du diesel et de l'essence et la technologie de l'hydrogène. Il faudra toutefois surmonter plusieurs obstacles pour atteindre un niveau de pénétration des véhicules électriques (VE) ambitieux et tirer parti de ces bénéfices. Le déploiement des VE devrait donc être progressif (figure 1). À moyen terme, en 2030, les VE ne représenteront que 11 % du parc de véhicules dans le scénario « Ambition accélérée » et 47 % du parc total de véhicules dans le scénario « Développement vert ». À long terme, d'ici 2050, la part des VE augmentera considérablement et représentera 66 % et 92 % du parc automobile dans les scénarios « Ambition accélérée » et « Développement vert » respectivement.

Figure 1 : Nombre et répartition du parc de véhicules à l'horizon 2030 et 2050



Source : Calculs des auteurs. Note : CNA : Cours normal des affaires. AA : Ambition accélérée. DV : développement vert.

Le changement de technologie pour évoluer de la mobilité basée sur les combustibles fossiles à la mobilité électrique demeure entravé par quatre types d'obstacles :

- Économique : Les VE ont des coûts initiaux plus élevés que les véhicules à moteur à combustion interne (MCI), ce qui se traduit par des investissements plus importants à supporter par le secteur privé ;
- Technique : Le développement de la mobilité

électrique dépend strictement de l'amélioration du coût de la technologie du système de stockage d'énergie par batterie (BESS) et du développement des infrastructures de recharge ;

- Gestion : Les modèles de passation de marchés et d'appels d'offres se concentrent généralement sur les coûts initiaux sans tenir compte de l'ensemble de la structure des coûts et des avantages des VE ;
- Financement : Les incertitudes sur la performance

à long terme du BESS et un marché qui n'est pas mature peuvent réduire l'attrait des VE pour les investisseurs publics et privés.

Par conséquent, il est nécessaire de définir des mesures politiques pour atténuer ces obstacles. Les VE doivent être soutenus par des incitations financières et le développement d'une chaîne de valeur appropriée, avec des actions spécifiques prévues pour le court et le long termes (figure 2).

### 1.1. Sur le court terme (2020-2030)

À court terme, d'importantes incitations financières seront nécessaires pour couvrir le coût initial plus élevé des VE, en particulier pour les bus électriques (figure 2). En partant du principe que les VE seront introduits à partir de 2025 pour remplacer les véhicules à carburant fossile et atteindre les objectifs de pénétration des VE, il faudra alors mettre en œuvre un ensemble de politiques visant à éliminer progressivement les véhicules polluants et à introduire progressivement des technologies à bas carbone. Ces politiques peuvent prendre l'une des deux formes, à savoir : (i) des mesures d'incitation indirectes, comme des plafonds d'émissions et de cycle de vie pour les véhicules polluants (par exemple, le diesel) ou (ii) des mesures d'incitation financières directes pour réduire les coûts d'investissement initiaux plus élevés des VE et stimuler les achats du secteur privé au moyen de mesures telles que :

- des subventions pour des dépenses d'investissement ou des exonérations fiscales, sous la forme d'une réduction de la TVA et de l'impôt sur les sociétés ou d'une exonération de la taxe annuelle sur les véhicules et des frais d'immatriculation ;
- une exonération des droits d'importation<sup>2</sup> sur les véhicules et les composants. Ces aspects peuvent toutefois générer une dépendance technologique jusqu'au développement d'un marché intérieur.

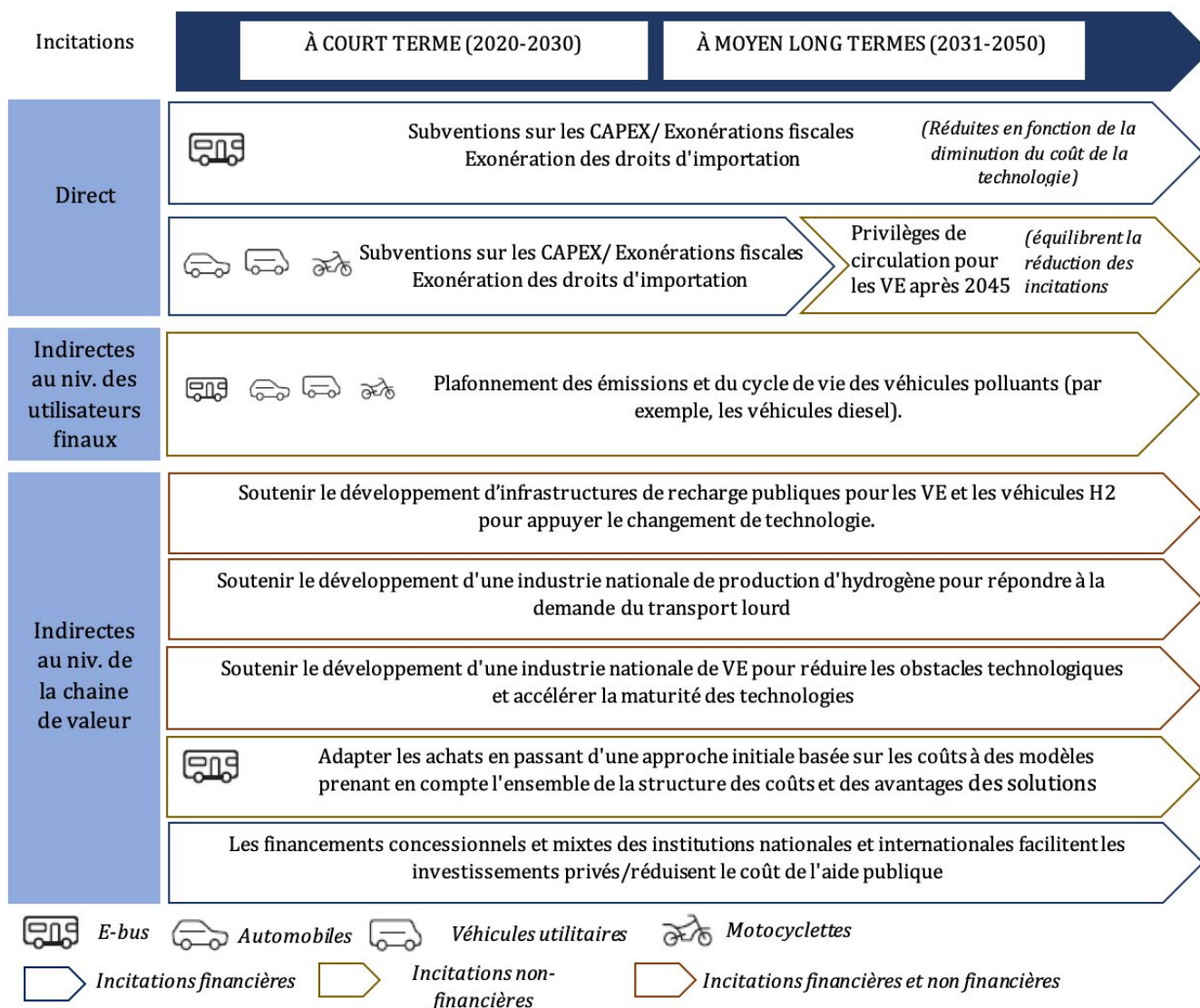
Des incitations financières directes seront nécessaires, en particulier pour les bus électriques, car cette technologie doit combler l'écart du coût actualisé de l'électricité (LCOE) avec les bus diesel qui présentent des coûts directs de système effectivement plus faibles. Pour rappel, dans la troisième partie de la série de Policy Briefs sur la Trajectoire de décarbonisation du Maroc<sup>3</sup>, les bus électriques sont la seule technologie qui a enregistré une augmentation du coût total direct du système au cours de la période 2020-2050, ce qui rend les bus diesel ou à essence plus attrayants au cours de la période en question en raison d'un LCOE plus faible si aucune incitation n'est prévue pour la technologie électrique. Qui plus est, pour soutenir la transition vers les VE, il faudra également développer des infrastructures de recharge appropriées, à commencer par des bornes de recharge publiques.

---

2. Des exemptions de droits d'importation peuvent être adoptées jusqu'à ce qu'un marché national ait été développé.

3. Berahab Rim, Chami Abdelilah, Derj Atar, Hammi Ibtissem, Morazzo Mariano, Naciri Yassine, Zarkik Afaf, avec le soutien technique de l'AFRY. 2021. Trajectoire de décarbonisation du Maroc – Troisième partie : Les coûts et avantages de la transition énergétique, Policy Center for the New South, Enel Green Power, juillet 2021.

Figure 2 : Incitations politiques à court et à long termes pour réduire les obstacles à la mobilité électrique



Source: Authors.

## 1.2. À moyen et long termes (2031-2050)

À moyen et long termes, les incitations financières directes pour les VE peuvent être remplacées par des incitations indirectes ; les bus électriques, quant à eux, auront toujours besoin d'un soutien financier (figure 2). Au cours de la période 2031-2050, le coût initial des VE devrait encore diminuer en raison de la baisse des coûts technologiques. Les incitations directes à l'investissement pour les VE (auto, moto, VUL<sup>4</sup>) pourront alors être remplacées par des incitations indirectes, comme des privilèges de conduite (voies

de circulation spéciales, stationnement préférentiel ou gratuit, et renonciation aux frais de péage). Si les bus électriques atteignent un LCOE proche de celui de la technologie MCI, le coût d'investissement initial restera plus élevé (jusqu'à +100 k\$/véhicule)<sup>5</sup>. Les dépenses d'investissement devront continuer à être subventionnées, avec des valeurs dégressives à mesure que le coût de la technologie diminue, et les exemptions des droits d'importation devront être maintenues si un marché national n'est pas développé.

5. Le coût initial augmente jusqu'à 200 k\$ si nous tenons également compte du remplacement de la batterie pendant la durée de vie du bus, comme cela a été fait dans le calcul du LCOE.

4. Véhicules utilitaires légers.



À compter de 2035, la mobilité à l'hydrogène devrait remplacer les poids lourds diesel. À cette échéance, la technologie H2 sera déjà avantageuse en termes de LCOE et de coûts d'investissement initiaux, et aucun soutien financier direct ne sera nécessaire. Cela étant, des mesures politiques spécifiques doivent être mises en place pour stimuler le développement d'une industrie nationale de l'hydrogène. Le développement des infrastructures de recharge doit être soutenu de manière continue et étendu aux stations de recharge d'hydrogène.

### 1.3. Politiques supplémentaires

Au-delà des mesures à court et à long termes, d'autres politiques seront nécessaires pour réduire les obstacles à l'e-mobilité et développer la chaîne de valeur au moyen d'incitations indirectes, notamment pour les bus électriques.

Sur le plan technologique, les principaux moteurs du développement de l'e-mobilité (en particulier des bus électriques) sont l'amélioration des coûts technologiques, tant pour les véhicules que pour les infrastructures de recharge, et l'identification de normes techniques. Cela étant, la dépendance technologique vis-à-vis de la Chine et de l'Europe pour les bus électriques ralentit l'expertise technologique sur les composants et la maintenance associée. Une industrie nationale pourrait donc favoriser l'adoption de l'e-mobilité en facilitant le suivi de la maturité technologique et en accélérant l'amélioration des coûts et des compétences. Pour y parvenir, il faudra créer un marché national en faisant appel à un constructeur étranger, par exemple, au moyen d'incitations en nature, ainsi que des subventions à la R&D pour favoriser l'amélioration technologique et identifier les meilleures normes techniques et les meilleurs business modèles (par exemple, la recharge intelligente).

Sur le plan de l'approvisionnement et de la gestion, la plupart des modèles d'approvisionnement et d'appels d'offres privilégient une approche à bas coût et à faible risque, se concentrant sur le coût initial des solutions. Le changement technologique nécessitera toutefois de répartir les responsabilités entre de nombreux acteurs tout au long de la chaîne de valeur. Les modèles d'approvisionnement doivent donc être adaptés pour tenir compte de la structure complète des coûts et des avantages des actifs et attribuer les responsabilités pour les nouvelles tâches qui découlent des business modèles

de l'e-mobilité, à savoir :

- entretien et remplacement du système BESS pour les bus électriques publics ;
- développement et exploitation de l'infrastructure du réseau (par exemple, développement et exploitation publics ou privés).

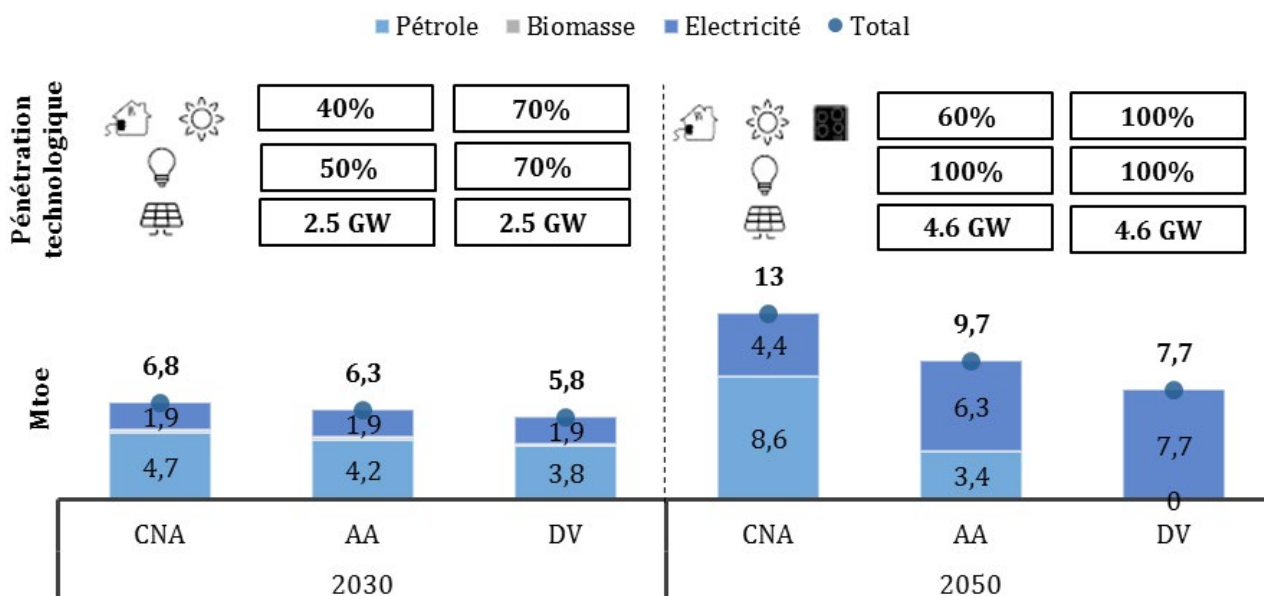
Sur le plan financier, le secteur de l'e-mobilité est caractérisé par des coûts d'investissement initiaux élevés, tant pour les véhicules que pour les infrastructures de recharge. Les incertitudes sur la performance à long terme du BESS et un marché émergent sans économies d'échelle peuvent toutefois constituer une barrière pour les investisseurs. Les financements concessionnels et mixtes des banques nationales et internationales et des agences de développement peuvent, par conséquent, être utilisés pour faciliter l'investissement privé et réduire le coût de l'aide publique. Ces financements peuvent prendre la forme de taux d'intérêt inférieurs à ceux du marché, de durées plus longues, de délais de grâce et de subventions à l'investissement.

## 2. Secteur résidentiel

Pour les ménages marocains, l'électrification des appareils de chauffage et de cuisson est centrée sur l'adoption d'appareils électriques : pompes à chaleur pour le chauffage des locaux, solaire thermique pour le chauffage de l'eau et tables de cuisson à induction, en remplacement des chaudières et des poêles à gaz de pétrole liquéfié (GPL). Pour atteindre les objectifs de la transition d'ici le milieu du siècle, une mobilisation massive des marchés et des ménages sera nécessaire, avec des taux de pénétration différents selon le scénario défini. Ce changement de technologie se heurte toutefois à un obstacle économique, car les coûts initiaux et les coûts des matières premières sont plus élevés pour les technologies électriques. En outre, le subventionnement actuel du butane rend les technologies à base de combustibles fossiles encore plus avantageuses. Pour atteindre les objectifs d'électrification, il faudra également remplacer tout ou une partie des appareils existants chez 8,2 millions de ménages marocains (en 2019)<sup>6</sup>. Des mesures politiques doivent être identifiées pour atténuer ces barrières économiques dans une perspective distributive et budgétaire appropriée (figure 3).

6. Source : Euromonitor International, 2019.

Figure 3 : Consommation d'énergie dans le secteur résidentiel en 2030 et 2050



Source : Calcul des auteurs. Pénétration technologique au niveau de la demande finale.

Une approche hybride combinant des politiques économiques et réglementaires à court (2020-2030) et à long termes (2031-2050) est étudiée (figure 4).

### 2.1. À court terme (2020-2030)

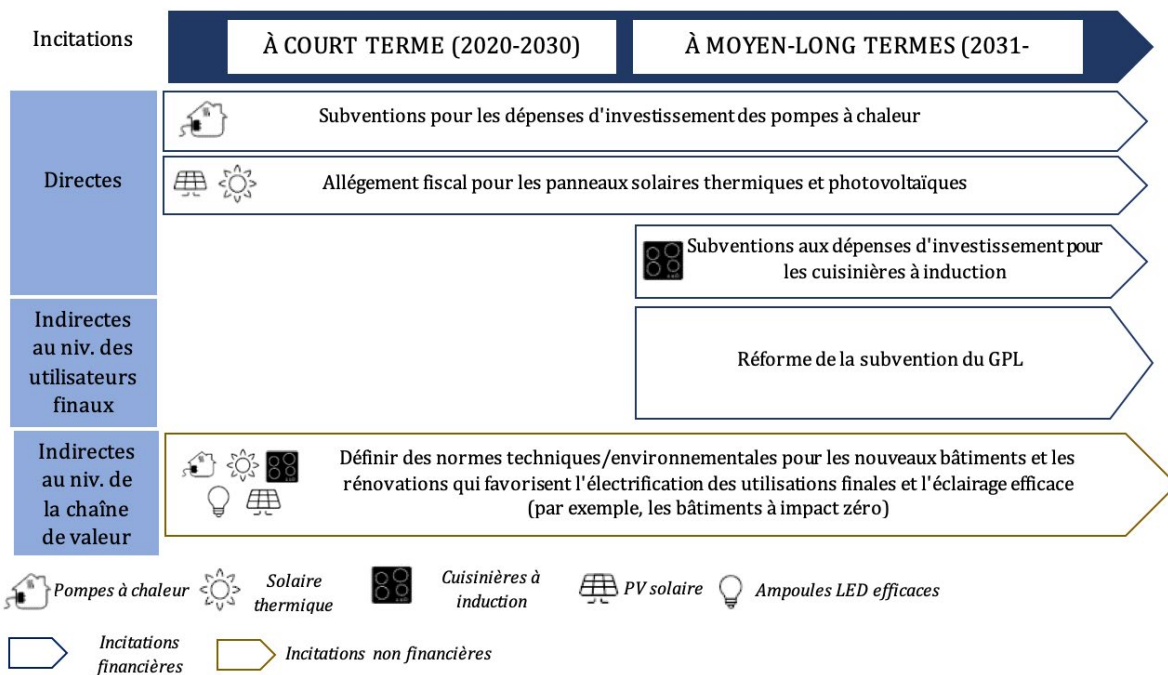
À court terme, les incitations économiques (subventions et allègements fiscaux) sont stratégiques pour corriger le comportement des consommateurs, alors que les approches réglementaires traditionnelles (définition de normes technologiques et environnementales pour les nouveaux bâtiments et les rénovations) contribueront également à favoriser le changement de technologie. Les mesures de politique économique doivent viser à réduire le LCOE de la configuration à bas carbone pour atteindre la valeur des appareils GPL (en tenant compte des subventions au GPL). Des incitations financières directes sont nécessaires pour combler l'écart avec le LCOE des chaudières et réduire le prix d'achat au moyen de subventions sur les CAPEX pour les pompes à chaleur. Il faut également mettre en place un système d'allègement fiscal pour les panneaux solaires thermiques, pour ne pas faire peser l'augmentation des coûts sur les utilisateurs finaux. Le maintien des subventions au GPL à court terme et des poêles à GPL, dissuadera les effets distributifs et troubles sociaux liés au choc de la transition, même si le soutien financier rendra attractive la configuration bas carbone.

### 2.2. À moyen et long termes (2031-2050)

À moyen et long termes (2030-2050), les incitations économiques liées au CAPEX pour les pompes à chaleur et l'énergie solaire thermique doivent être maintenues pour que le coût du chauffage et de l'eau chaude sanitaire (ECS) reste au même niveau pour le secteur privé que dans la configuration antérieure subventionnée par le GPL. À partir de 2040, les incitations financières directes doivent être étendues aux cuisinières à induction et être complétées par une réforme des subventions au butane et des incitations financières appropriées sous forme de subventions, d'allègements fiscaux et d'une suppression progressive des subventions au GPL<sup>7</sup>. De même, les incitations financières doivent être associées à des approches indirectes « descendantes » ou « de commande et de contrôle », comme des obligations relatives aux normes techniques / environnementales pour les nouveaux bâtiments et la promotion de l'électrification des utilisations finales (y compris la cuisson).

7. Compte tenu de la délicate question sociale de la suppression des subventions, la réforme des subventions au butane pourrait bénéficier de l'expérience internationale en matière de réforme, par exemple celle de l'Iran et/ou de l'Inde.

Figure 4 : Recommandations politiques pour le secteur résidentiel



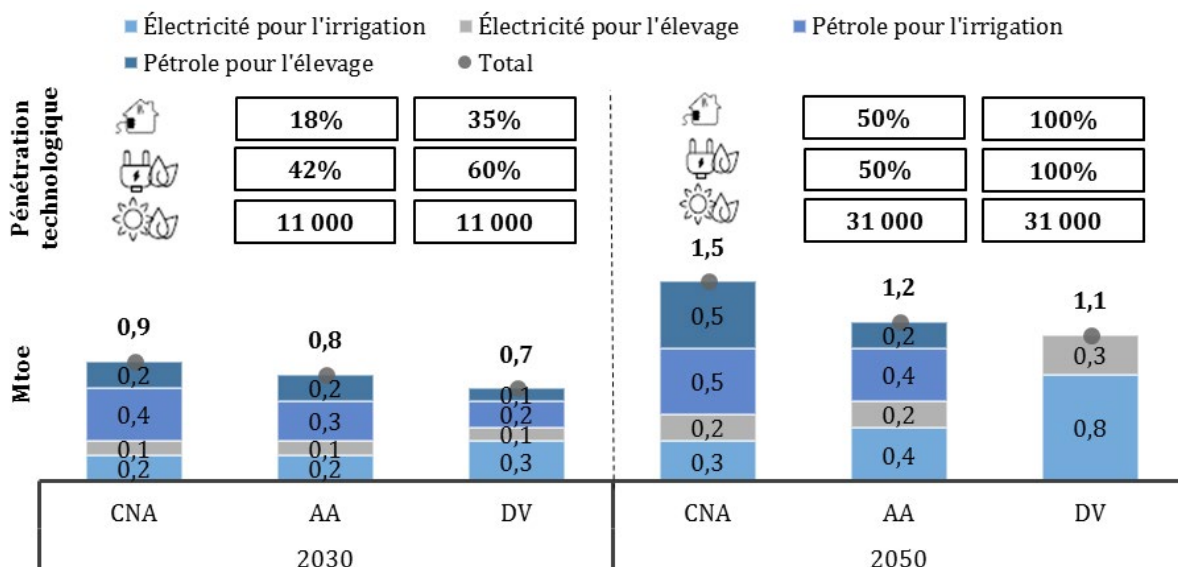
Source : Auteurs.

### 3. Secteur agricole

Pour atteindre les objectifs de réduction des gaz à effet de serre (GES) dans le secteur agricole, il faut adopter des technologies électriques, principalement sous forme de pompes à chaleur pour la climatisation durable des exploitations et de pompes électriques et solaires pour l'irrigation des champs (figure 5). Actuellement, les combustibles fossiles (principalement le diesel et le GPL) sont les principales sources d'énergie utilisées à cette fin, mais l'introduction d'énergies renouvelables

et de systèmes efficaces de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC) permettrait de réduire la consommation d'énergie et d'améliorer la durabilité. L'abandon des combustibles fossiles permettra également de réaliser des économies d'énergie grâce à l'efficacité accrue des appareils électriques. Fort heureusement, cet objectif est techniquement réalisable grâce à l'accès universel à l'électricité au Maroc (même dans les zones rurales, ce qui est rarement le cas des pays africains) et au potentiel d'énergie solaire du pays, qui offre d'excellentes conditions pour les pompes solaires thermiques.

Figure 5 : Consommation d'énergie agricole à l'horizon 2030 et 2050



Source : Calcul des auteurs. Pénétration technologique au niveau de la demande finale.

Toutefois, le passage à une technologie de pompes à chaleur est entravé par des obstacles économiques, car cette technologie se caractérise par des coûts initiaux plus élevés que les chaudières GPL traditionnelles qui bénéficient également d'une remise sur les matières premières (subvention du butane). En revanche, le changement de technologie pour l'irrigation n'est pas pénalisé, car les technologies électriques et solaires présentent déjà des CAPEX et LCOE initiaux inférieurs à ceux des pompes diesel. Il convient donc d'identifier des mesures politiques pour atténuer l'obstacle économique du chauffage du bétail (figure 6).

### 3.1. À court terme (2020-2030)

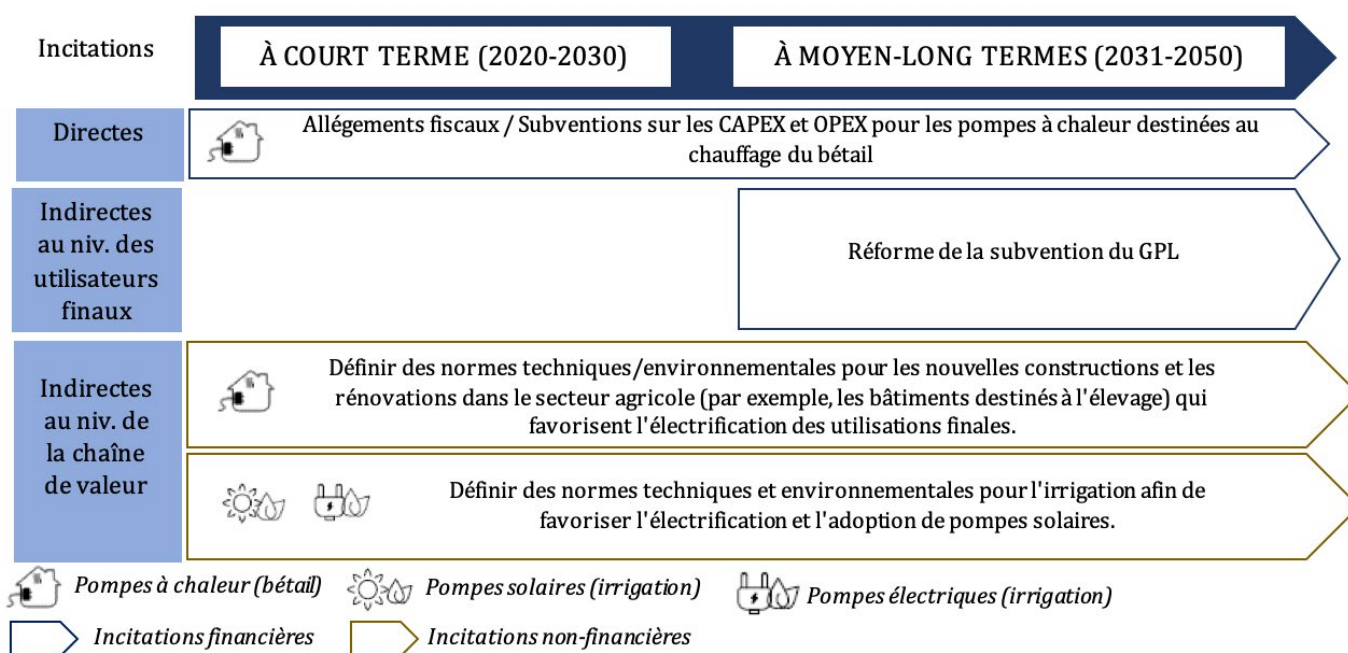
À court terme (2020-2030), les mesures politiques doivent viser à réduire le LCOE des pompes à chaleur pour atteindre le niveau des chaudières GPL (en tenant compte des subventions du GPL). Par conséquent, des incitations économiques directes comme des allègements fiscaux ou des subventions sur les dépenses d'investissement et d'entretien sont nécessaires pour combler l'écart avec le LCOE des chaudières et réduire le coût initial plus élevé. Les subventions au GPL peuvent être maintenues à court terme car les implications sociales plus générales

doivent être prises en compte. Aucun soutien financier n'est nécessaire pour encourager le recours aux pompes électriques et solaires pour l'irrigation en raison de la commodité de ces technologies. Enfin, la définition de nouvelles normes technologiques et environnementales pour le chauffage des fermes et l'irrigation des champs peut être introduite progressivement à court terme pour encourager le changement de technologie.

### 3.2. À moyen et long termes (2031-2050)

A plus long terme (2031-2050), les incitations financières sur les CAPEX et/ou l'entretien des pompes à chaleur doivent être maintenues. Les subventions au GPL doivent, en revanche, être réformées pour soutenir la transition et mettre fin aux pratiques actuelles. Les incitations financières pour les pompes à chaleur pour le bétail doivent être couplées à des incitations non financières indirectes, par exemple, des exigences en matière de normes techniques / environnementales pour promouvoir l'électrification des utilisations finales. De même, aucun soutien financier n'est requis pour l'irrigation étant donné la commodité des technologies électriques et solaires. Toutefois, certaines obligations techniques et environnementales doivent être maintenues pour encourager leur adoption.

Figure 6 : Recommandations politiques pour le secteur agricole



Source: Auteurs.

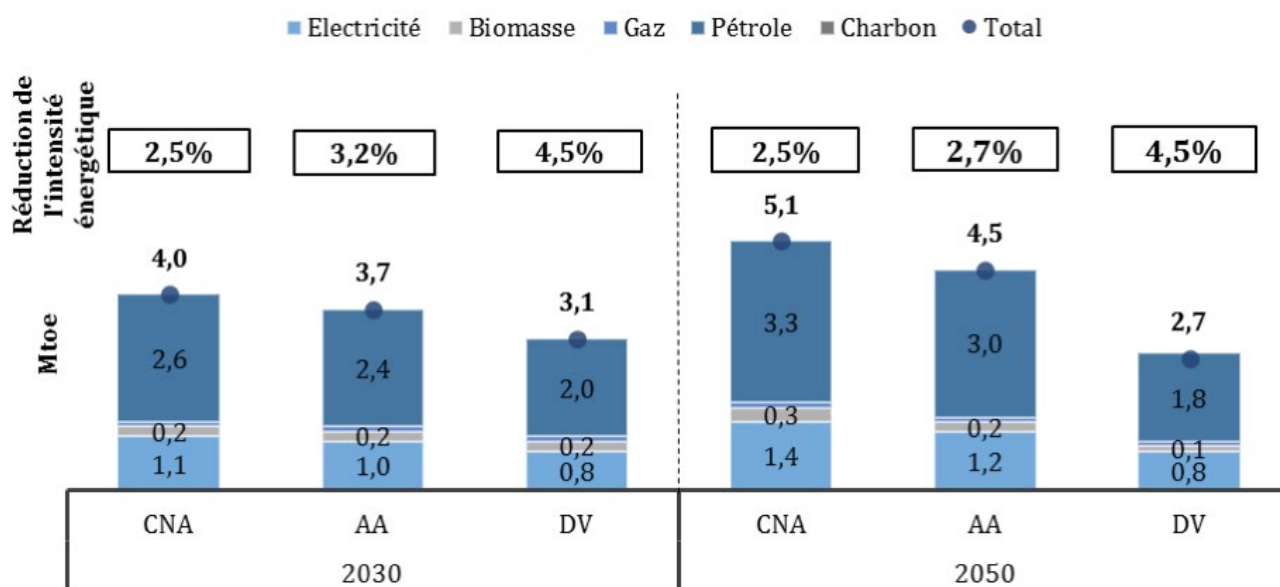


### 4. Industrie et secteur tertiaire

La réduction de l'intensité énergétique<sup>8</sup> est le principal moteur de la décarbonisation dans les secteurs industriel et tertiaire (figures 7 et 8). La réduction de l'intensité des utilisations finales industrielles ou l'efficacité énergétique (EE) recouvre un large éventail de technologies et de pratiques de gestion efficaces sur le plan énergétique qui peuvent être mises en œuvre dans le secteur manufacturier pour réduire la consommation d'énergie. Parmi les exemples qui illustrent la diversité des technologies et des pratiques, citons la récupération de la chaleur résiduelle, les systèmes de production combinée de chaleur et d'électricité (PCCE) à haut rendement, les lampes et les systèmes de contrôle de l'éclairage économes en énergie, la modernisation ou le remplacement des équipements de traitement, l'utilisation de capteurs et de contrôles, etc. De même, des objectifs de réduction de l'intensité énergétique par des interventions d'EE sont nécessaires pour réduire les GES dans le secteur tertiaire. Ces objectifs peuvent être atteints en modernisant les systèmes de chauffage, de refroidissement et de climatisation.

Certaines barrières s'opposent toutefois à l'adoption de technologies et de pratiques d'efficacité énergétique dans les secteurs industriel et tertiaire, ce qui limite les possibilités de réaliser des économies d'énergie. Le coût initial de ces interventions lourdes d'EE constitue indéniablement une barrière économique importante. Les entreprises et les fabricants disposent souvent de capitaux limités pour des projets d'efficacité et exigent des périodes de recouvrement sur le court terme comparativement aux périodes de recouvrement estimées à long terme des plans d'EE. De plus, en l'absence d'une législation claire sur l'EE et/ou de normes environnementales qui stimulent le changement, Les entreprises et les fabricants ne parviennent tout simplement pas à saisir la valeur des économies d'énergie rentables qui peuvent être réalisées. Il est donc nécessaire de mettre en œuvre des politiques sous forme d'incitations financières et non financières pour favoriser cette transition positive.

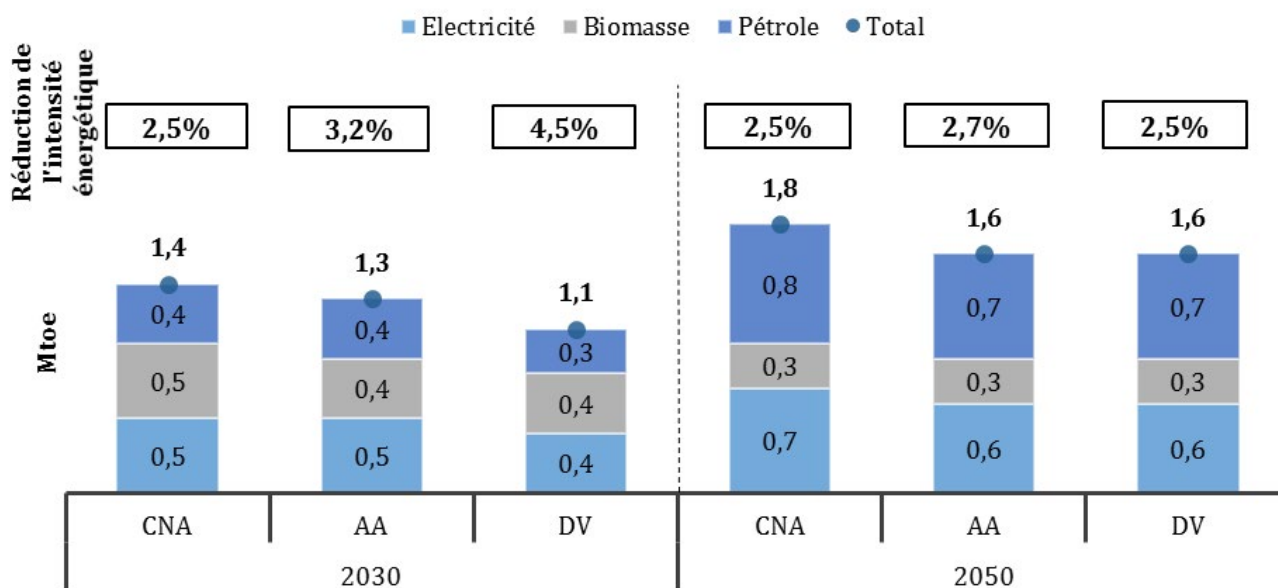
Figure 7 : Consommation d'énergie dans le secteur industriel à l'horizon 2030 et 2050



Source : Calcul des auteurs. Note : Réduction annuelle de l'intensité énergétique (Mtep/PIB).

8. L'intensité énergétique est une mesure de l'inefficacité énergétique d'une économie. Elle est calculée en unités d'énergie par unité de PIB (Mtep/PIB)

Figure 8 : Consommation d'énergie dans le secteur tertiaire en 2030 et 2050



Source : Calcul des auteurs. Note : Réduction annuelle de l'intensité énergétique (Mtep/PIB).

Compte tenu des coûts initiaux supplémentaires pour les commerces et les industries (C&I), ainsi que de l'intensité énergétique et des obligations environnementales qui encouragent le changement, l'efficacité énergétique doit être soutenue dans les secteurs industriel et tertiaire, comme dans d'autres secteurs, grâce à des incitations financières (figure 9).

#### 4.1. À court terme (2020-2030)

Les mesures politiques à court terme (2020-2030) doivent tendre à réduire ces investissements initiaux et à stimuler les investissements privés au moyen d'allègements fiscaux et de subventions sur les dépenses d'investissement pour les solutions de modernisation des bâtiments (par exemple, chauffage, refroidissement, petite production sur place), ou de crédits subventionnés par des institutions nationales (par exemple, programmes de financement et subventions) pour les interventions à dépenses d'investissement plus élevées liées aux processus industriels (par exemple, air comprimé, PCCE à haute performance, chauffage des processus). Ces incitations financières peuvent être modulées sur la base du temps de retour sur investissement/taux de rentabilité interne (TRI) prévu pour chaque secteur

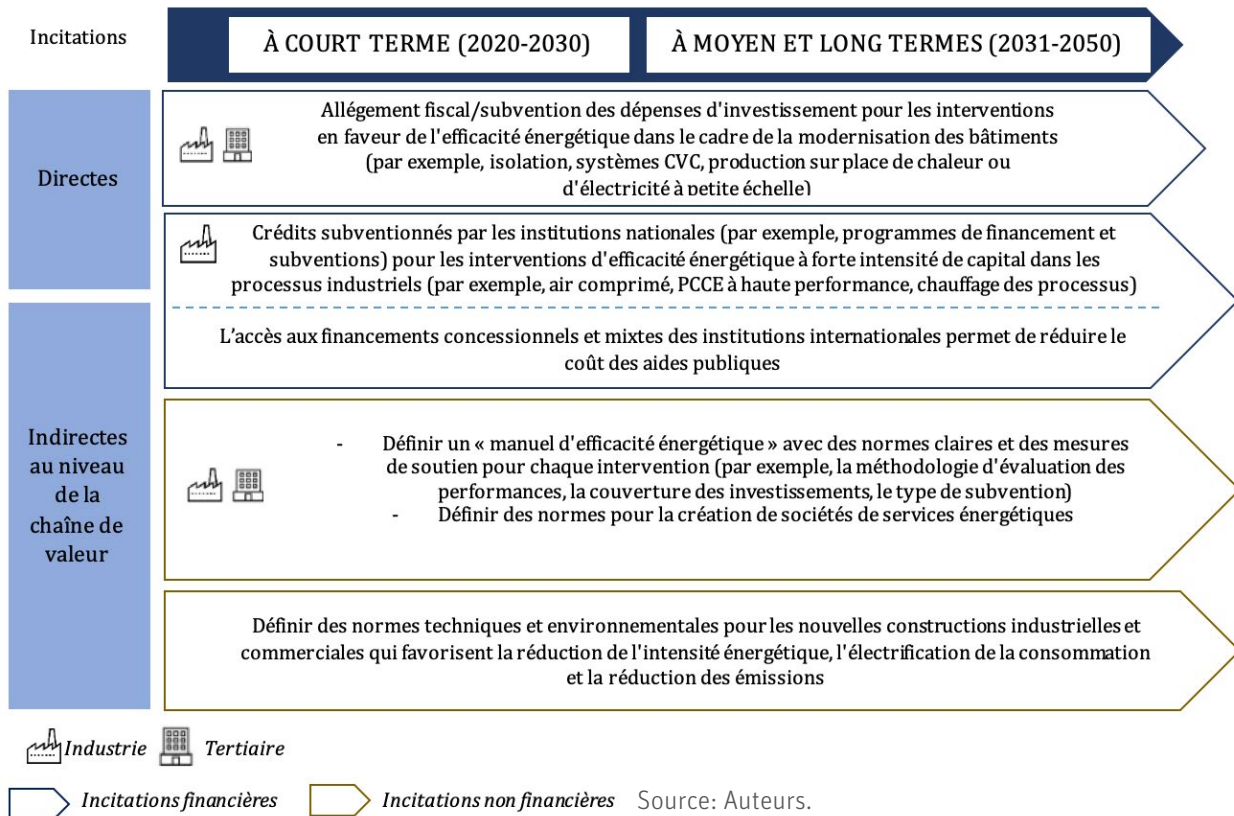
d'application<sup>9</sup>. Pour favoriser une transition efficace, ces subventions financières doivent être accompagnées d'un « manuel de l'efficacité énergétique » clair (détaillant la méthodologie d'évaluation des performances, la couverture des investissements, le type de subvention, etc.) pour faciliter et réduire l'incertitude liée aux investissements, d'une définition des normes applicables aux sociétés de services énergétiques (SSE) pour faciliter le déploiement de ces opérateurs sur le marché et le financement des projets, et, enfin, d'une définition des normes techniques et environnementales applicables aux nouveaux bâtiments dans l'industrie et les services.

#### 4.2. À moyen et long termes (2031-2050)

À moyen et long termes (2031-2050), les incitations financières directes doivent être maintenues pour soutenir une plus forte pénétration des mesures d'EE, ce qui entraînera une plus grande diminution des coûts directs du système. Les investissements doivent être maintenus pendant cette période en raison des coûts initiaux supplémentaires qu'ils représentent pour les C&I. À long terme, la couverture des investissements par les dépenses d'investissement peut être réduite du fait de la maturité du secteur de l'EE et de la sensibilisation accrue des utilisateurs aux avantages de l'EE.

9. Les incitations financières ne peuvent couvrir qu'une partie des dépenses d'investissement supplémentaires pour réduire le temps de retour sur investissement. Une couverture totale des dépenses d'investissement n'est pas nécessaire puisque les interventions représentent déjà des investissements rentables pour les C&I.

Figure 9 : Recommandations politiques pour les secteurs industriel et tertiaire

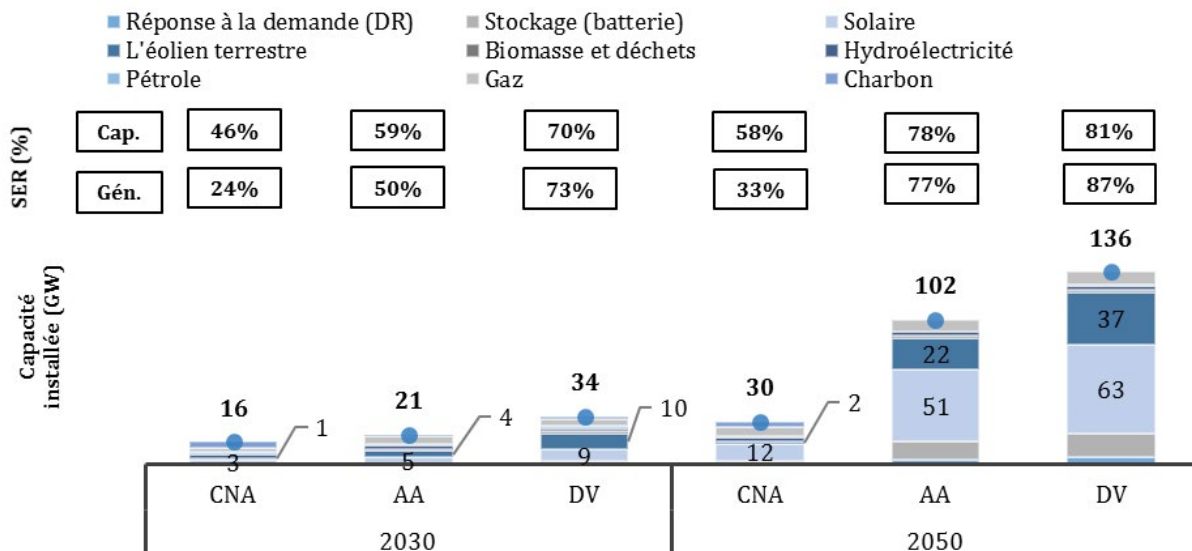


### 5. Secteur de l'électricité

La décarbonisation du secteur de l'électricité nécessitera une pénétration accrue des sources d'énergie renouvelables pour soutenir la demande croissante des ménages et assurer l'électrification d'autres secteurs de

l'économie, comme celui des transports. Pour parvenir à un niveau élevé de décarbonisation du secteur de l'électricité, des objectifs ambitieux doivent donc être fixés en termes de pénétration des énergies renouvelables, auxquels s'ajoutent la réponse à la demande (DR) et le stockage pour mieux gérer le réseau électrique (figure 10).

Figure 10 : Mix de capacité électrique à l'horizon 2030 et 2050



Plusieurs obstacles au développement des sources d'énergie renouvelables subsistent néanmoins. Ils peuvent être résumés de la manière suivante :

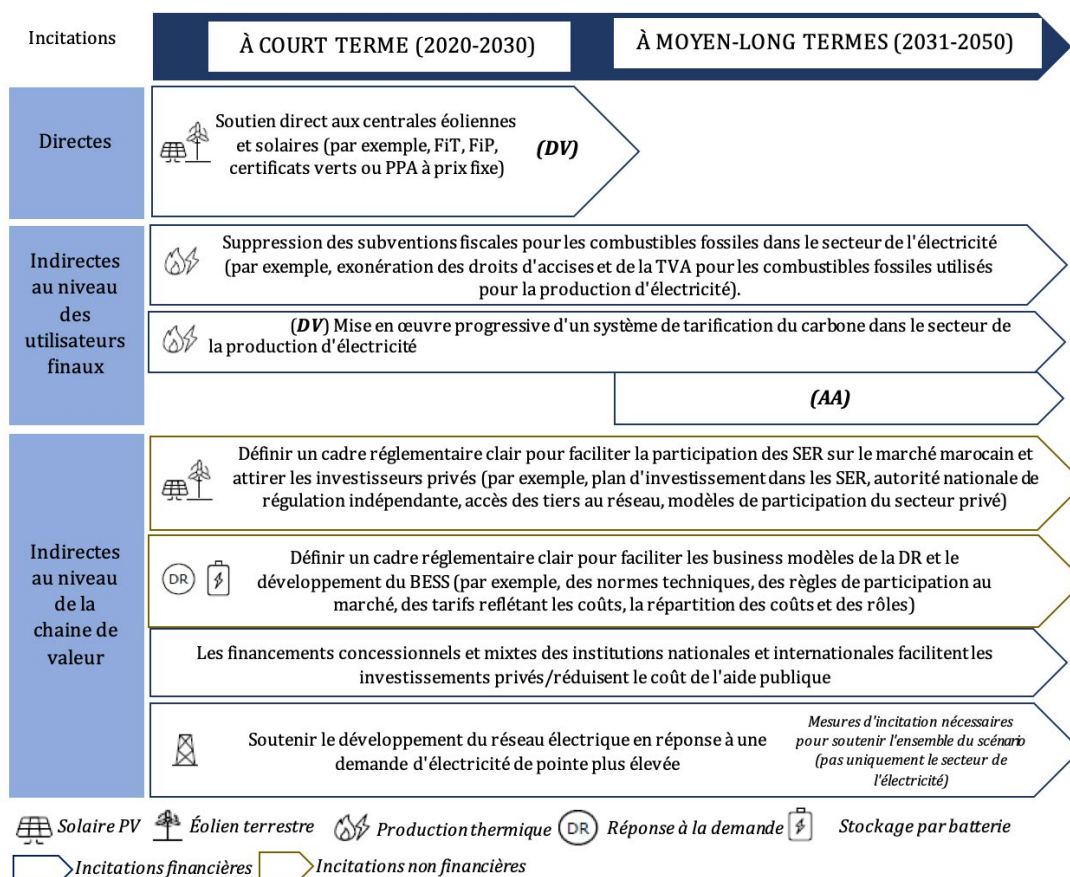
- économiques : la rentabilité des projets d'énergie renouvelable est affectée par le faible coût de production des combustibles fossiles, dont le prix marginal est bas. De plus, l'augmentation de la production d'électricité renouvelable peut faire l'objet d'un effet de cannibalisation des prix, qui peut provenir d'un déséquilibre entre l'offre et la demande : les jours ensoleillés ou venteux, le réseau peut être submergé par une trop grande quantité d'électricité à faible coût produite à partir de ces sources et, si elle n'est pas absorbée par la demande des consommateurs, elle peut faire baisser les prix des marchés de gros. Dans le cas extrême où les prix du marché de gros tombent à zéro ou moins, les fournisseurs d'électricité doivent payer leurs clients grossistes pour qu'ils achètent l'électricité. ;
- techniques : la capacité supplémentaire d'électricité renouvelable pour répondre à l'augmentation de la demande d'électricité doit être soutenue par une

- exploitation adéquate du réseau. De plus, les niveaux élevés de sources d'énergie renouvelables variables nécessitent un renforcement important et coûteux des mesures d'intégration du système, qui comprennent des mesures du côté de la demande, le stockage de l'électricité, des réseaux de transport et de distribution puissants et intelligents et des sources d'énergie flexibles ;
- réglementaires : un cadre réglementaire clair et favorable est nécessaire pour faciliter la participation au marché des énergies renouvelables et attirer les investissements privés.

S'agissant de la DR et des batteries, l'absence de réglementation claire autorisant les business modèles de DR et de BESS constitue un obstacle majeur.

Il est donc nécessaire d'identifier des mesures politiques pour atténuer ces obstacles. En particulier, les politiques nationales doivent soutenir les investissements par une tarification du carbone et fournir un cadre réglementaire clair et favorable aux sources d'énergie renouvelables, à la DR et au BESS. Ces politiques nécessitent un changement profond et sont pour la plupart à moyen et long termes (figure 11).

Figure 11 : Recommandations politiques pour le secteur de l'électricité



Source : Auteurs. Note : Les taxes font référence aux droits d'accises imposés sur la consommation de carburant. FiT : Feed-in Tarif (tarif de rachat) FiP : Feed-in Premium (prime de rachat).



## 5.1. Recommandations politiques visant à promouvoir les énergies renouvelables

Les obstacles économiques aux sources d'énergie renouvelables décrits ci-dessus peuvent être surmontés en introduisant une tarification du carbone dans le secteur de l'électricité. En effet, la tarification du carbone peut augmenter le taux de rendement interne (TRI) des projets d'énergie renouvelable et permettre ainsi une plus grande pénétration de ces projets. Dans la troisième partie des Policy Briefs sur la trajectoire de décarbonisation du Maroc, nous avons établi que tous les investissements dans les énergies renouvelables sont économiquement avantageux sans autres mesures d'incitation financière dans le scénario « Ambition accélérée » grâce à la tarification du carbone. En revanche, dans le scénario « Développement vert », certaines incitations financières directes seront nécessaires pour les centrales construites avant 2030 pour combler le déficit du taux de rendement minimum. Ces incitations directes à court terme peuvent prendre la forme de tarifs de rachat, de certificats verts ou de contrats d'achat d'électricité (CAE) à prix fixe.

Au-delà de l'évolution internationale vers une politique plus restrictive en matière de carbone (par exemple, le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières de l'UE), les investissements devront être facilités par un cadre réglementaire adéquat qui atténue les risques liés aux projets et permet la participation du secteur privé grâce à la mise en place d'une stratégie énergétique et d'un plan d'investissement, à la mise en place de l'autorité de régulation nationale indépendante, à une connexion claire au réseau (accès des tiers), à des règles d'exploitation et de répartition, à la compétitivité du marché, à des modèles de participation du secteur privé et à des processus de passation de marchés (par exemple, appels d'offres, partenariats public-privé). L'infrastructure du réseau doit également être renforcée pour accueillir les sources d'énergie renouvelables et répondre à la demande supplémentaire d'électricité des secteurs électrifiés. Pour ce faire, des financements concessionnels et mixtes provenant de banques nationales et internationales et d'agences de développement peuvent être utilisés pour faciliter l'investissement privé/réduire le coût de l'aide publique.

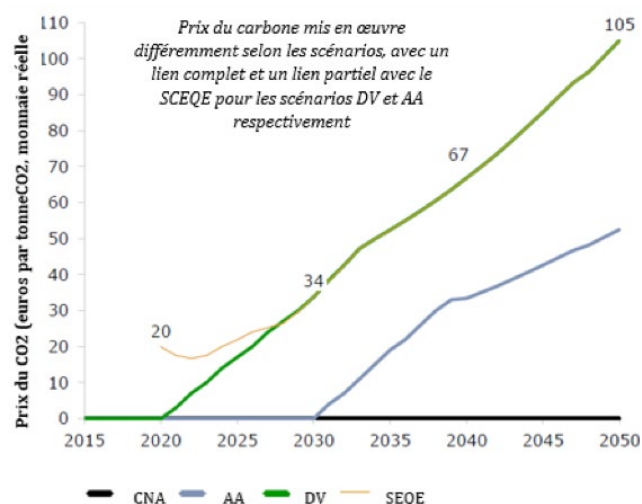
L'élaboration d'un cadre réglementaire exhaustif est le principal défi que le pays devra relever dans les années à venir. Des lois et réglementations sont déjà en place, mais

le véritable défi consiste à combler le déficit de mise en œuvre. Qui plus est, l'autorité nationale de régulation de l'électricité jouera un rôle clé en catalysant le processus une fois qu'il sera opérationnel.

## 5.2. Mise en œuvre de la tarification du carbone

La tarification du carbone peut être un moyen efficace de favoriser la décarbonisation, car elle garantit que le coût est supporté par ceux qui sont à l'origine des émissions, afin de les réduire. Un tarif du carbone peut ensuite être introduit dans le secteur de l'électricité de différentes manières dans le temps, au moyen de : (i) une taxe carbone à court terme qui fixe un prix aux émissions ; et (ii) un système d'échange de quotas d'émission (SEQE<sup>10</sup>) à moyen et long termes, en l'adoptant d'abord au niveau national, puis en le développant et en le reliant aux marchés internationaux du carbone, comme le SEQE de l'UE (figure 12).

Figure 12 : Valeur du prix du carbone dans les scénarios décarbonisés



Source : Calcul des auteurs. Note : CNA : Cours normal des affaires. AA : Ambitions accélérées. DV : Développement vert.

Cela générera des recettes publiques qui pourront être utilisées pour améliorer le bien-être, réduire d'autres taxes (par exemple, celles qui pèsent sur les ménages à faibles revenus), réduire le déficit commercial ou soutenir les investissements dans la réduction des émissions.

10. Un système d'échange de quotas d'émission (SEQE) est un outil qui fixe une limite quantitative et un prix aux émissions. Sa « monnaie » est constituée d'unités d'émission émises par le gouvernement.

Selon l'étude 2020 « States and trends of carbon pricing - Situation et tendances de la tarification du carbone 2020 » de la Banque mondiale<sup>11</sup>, les gouvernements ont levé plus de 45 milliards USD grâce à la tarification du carbone en 2019. Près de la moitié des recettes ont été consacrées à des projets environnementaux ou de développement plus généraux et plus de 40 % ont été injectés dans le budget général. La part restante a été consacrée à des réductions d'impôts et à des transferts directs.

Les réformes fiscales et la suppression progressive des subventions aux combustibles fossiles semblent également constituer un point de départ naturel avant l'introduction d'un mécanisme de tarification du carbone, pour ne pas fausser les signaux émis par les prix. Pour le secteur de l'électricité, cela peut prendre la forme d'une suppression progressive des exonérations fiscales sur les combustibles fossiles (TIC<sup>12</sup> et TVA) et d'un meilleur alignement des taux TIC sur le coût social de la pollution.

En prévision du nouveau mécanisme européen d'ajustement carbone aux frontières, la tarification du carbone peut également être étendue à d'autres secteurs énergétiques, en particulier le secteur industriel. Cela étant, ces systèmes de tarification du carbone doivent s'accompagner d'études complètes qui évaluent leur impact sur les individus et les ménages et inclure éventuellement des mécanismes de compensation pour amortir le choc pour les plus vulnérables. En effet, une assistance et un soutien social doivent être assurés aux personnes susceptibles d'être affectées négativement par la transition énergétique, de manière à garantir un accès égal aux bénéfices et à éviter une répartition inéquitable des coûts.

### 5.3. Recommandations politiques relatives à la réponse à la demande

Au fur et à mesure que les sources d'énergie renouvelables se développent, le besoin de flexibilité du système augmente, créant ainsi des conditions favorables pour la DR et les batteries afin d'augmenter la fiabilité du système en réduisant la demande de pointe<sup>13</sup>. Le coût et

la volatilité de l'électricité seront également réduits. La DR peut être fournie sous forme de services de réseau et/ou de participation au marché en réponse à des signaux de prix de gros (à l'amont du compteur, FTM) ou sous forme de transfert de charge en réponse à des tarifs de détail reflétant les coûts (derrière le compteur, BTM).

Pour soutenir la DR, certaines politiques doivent être introduites ou adaptées dans le secteur, telles que :

- réviser les tarifs de détail pour émettre des signaux de prix (par exemple, heure d'utilisation, tranches de consommation d'électricité etc) ;
- faciliter les business modèles de la DR grâce à un cadre réglementaire clair qui prévoit :
  - la capacité des charges à fournir des services de réseau et de l'énergie en gros aux côtés des producteurs (projet pilote à court terme) ;
  - des normes techniques et répartition des coûts (pour les compteurs intelligents) ;
  - une coordination le long de la chaîne de valeur (nécessaire sur un marché libéralisé pour réguler l'interaction entre le fournisseur de services d'équilibrage (BSP) et le responsable de l'équilibrage (BRP) / le gestionnaire de réseau de distribution (DSO)) ;
- permettre la libéralisation du marché, qui facilite le développement de la DR par la concurrence sur le marché, renforcée par la présence d'agrégateurs tiers.

### 5.4. Recommandations politiques pour le système BESS

Comme pour les sources d'énergie renouvelables et la DR, le stockage d'énergie par batterie devrait être facilité par un cadre réglementaire clair prévoyant, entre autres, les éléments suivants :

- des règles claires pour la connexion au réseau, l'exploitation et le dispatching (pour les BTM, les BESS autonomes et les BESS couplées à des sources d'énergie renouvelables) ;
- la capacité pour les BESS de fournir des services de réseau et de l'énergie en gros aux côtés des producteurs ;
- des procédures de passation de marchés (par exemple, appels d'offres, PPP, etc.).

11. Banque mondiale, 2020.

12. Les TIC (Taxation Information and Communication) sont les taxes d'accises sur la consommation de carburant.

13. La réduction de la demande de pointe entraîne des économies de coûts pour l'infrastructure du réseau et les unités de production flexibles nécessaires au maintien de la marge de réserve acceptable.

Par ailleurs, une révision du tarif de détail en faveur d'un système reflétant les coûts permettrait de créer des synergies positives entre la DR et le BESS côté client en améliorant les capacités de déplacement des charges.

### 6. Analyse de sensibilité des dépenses publiques

Pour soutenir les mesures financières destinées à décarboniser l'économie marocaine, des dépenses publiques importantes et efficaces qui auront des répercussions notables sur le bien-être et l'économie seront nécessaires. Entre 2020 et 2050, les dépenses publiques sont estimées à 108 milliards de USD dans le scénario « Ambition accélérée » et à 198 milliards USD dans le scénario « Développement vert ». Dans les deux scénarios, le secteur des transports représente la majorité de ces dépenses, soit 65 % dans le scénario « Ambition accélérée » et 70 % dans le scénario « Développement vert ». Selon notre étude, les incitations financières suivantes seront nécessaires par secteur :

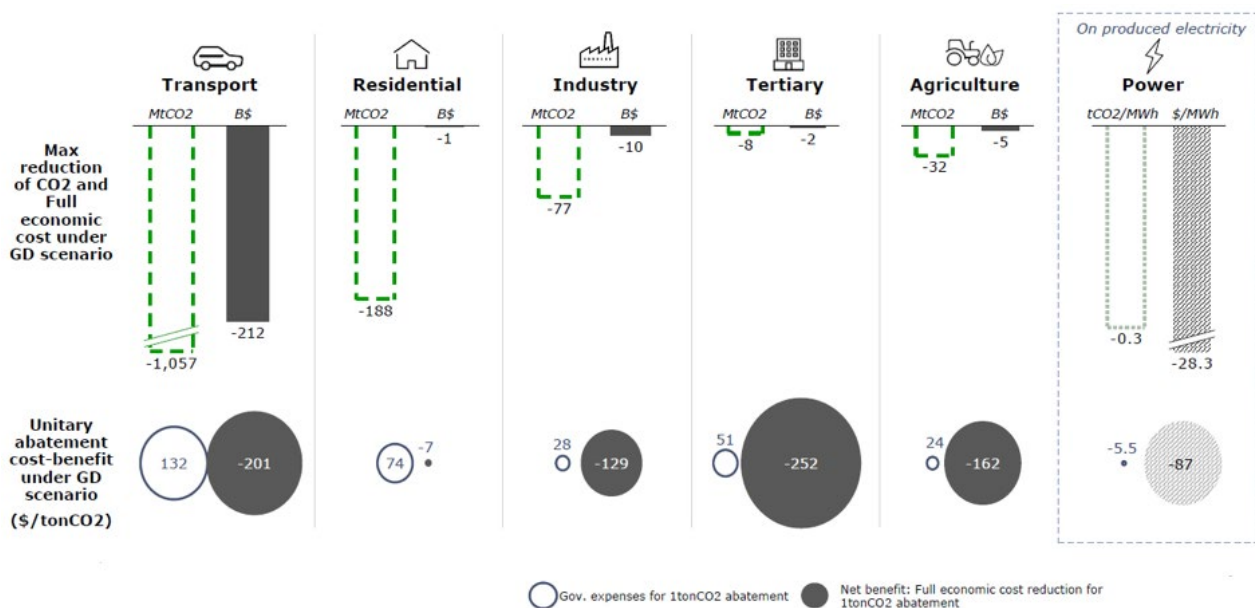
- le transport routier : près de 93 % des dépenses d'investissement supplémentaires devront faire l'objet d'incitations à court et moyen termes (2020-2045). Les VE, en revanche, nécessiteront des incitations financières moindres au-delà de 2045 ;
- industrie et tertiaire : Environ 50 % des dépenses d'investissement supplémentaires liées aux

interventions en faveur de l'efficacité énergétique doivent être encouragées et modulées en fonction du temps de retour sur investissement / TRI attendu pour chaque secteur d'application ;

- résidentiel : une subvention complète de la différence de dépenses entre la configuration bas carbone et les chaudières GPL sera nécessaire ainsi qu'une subvention du GPL considérée comme n'augmentant pas le coût pour les utilisateurs finaux ;
- bétail et irrigation : subvention complète de la différence entre les dépenses d'investissement et d'exploitation des pompes à chaleur pour le chauffage du bétail et les chaudières au GPL ;
- électricité : la tarification du carbone implique des recettes publiques (coûts limités dans le scénario « Développement vert » jusqu'en 2030 pour soutenir les TRI des sources d'énergie renouvelables) ;
- Infrastructure de réseau : Les pouvoirs publics devront développer le réseau pour soutenir la décarbonisation des différents secteurs.

Une analyse de sensibilité des dépenses publiques a été réalisée pour déterminer le coût de la réduction des émissions de dioxyde de carbone (CO2) ainsi que le bénéfice net pour l'État. Les résultats du scénario « Développement vert » montrent que les dépenses publiques entraînent des réductions d'émissions et des avantages en termes de coûts pour tous les secteurs sur la période 2020-2050 (figure 13).

Figure 13 : Analyse de sensibilité des dépenses publiques pour la période 2020-2050 pour le scénario DV (ne serait-il pas plus judicieux de prévoir ce graphe en Français. Je présumé que vous l'avez déjà prévu)



Source : Calcul des auteurs

Les secteurs des transports et du résidentiel, en particulier, présentent des résultats remarquables : la plus grande réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, estimée à un maximum de 1.057 MtCO<sub>2</sub> sur la période 2020-2050, émane du secteur des transports, et les dépenses publiques pour réduire une tonne de CO<sub>2</sub> atteignent 132 dollars USD/tonne de CO<sub>2</sub>. Globalement, le coût économique total pour ce secteur dans un scénario de décarbonisation ambitieux (c'est-à-dire, le « Développement vert ») sera réduit de 212 milliards USD sur la période 2020-2050, alors que la réduction du coût économique total pour réduire une tonne de CO<sub>2</sub> est estimée à 201 dollars USD/tonne de CO<sub>2</sub>. Le secteur résidentiel présente également un potentiel important de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. La réduction totale de CO<sub>2</sub> sur la période 2020-2050 est estimée à 188 MtCO<sub>2</sub>, et la réduction d'une tonne de CO<sub>2</sub> nécessitera 74 USD/tonne de CO<sub>2</sub> en dépenses publiques. La réduction du coût économique total, tant sur l'ensemble de la période que pour la réduction d'une tonne de CO<sub>2</sub>, sera toutefois faible (1 milliard USD et 7 dollars USD/tonne de CO<sub>2</sub> respectivement).

Pour le secteur tertiaire, si la réduction maximale de CO<sub>2</sub> et la réduction du coût économique total sont minimales par rapport aux autres secteurs (respectivement 8 MtCO<sub>2</sub> et 2 milliards USD), la réduction du coût économique total par tonne de réduction de CO<sub>2</sub> est la plus élevée, estimée à 252 USD/tonne de CO<sub>2</sub>. Pour le secteur de l'électricité, l'électricité produite dans le cadre du scénario « Développement vert » générera une réduction maximale de 0,3 tCO<sub>2</sub>/MWh, et le coût économique total sera réduit de 28,3 USD/MWh sur la période 2020-2050 et de 87 USD/tonne de CO<sub>2</sub> pour la réduction d'une tonne de CO<sub>2</sub>.

### III. Conclusion

Le Policy Center for the New South et Enel Green Power Maroc, avec le soutien technique du groupe de consultants AFRY, et en collaboration avec les parties prenantes locales, notamment les pouvoirs publics marocains, les autorités de régulation, les entreprises et la société civile, ont réalisé une étude sur la transition énergétique visant à contribuer aux travaux en cours relatifs à la CDN sur la réduction des émissions de GES de 52 %<sup>14</sup> en 2050. Cette étude est également conforme

14. Selon la nouvelle CDN (Contribution Déterminée au Niveau National- Actualisée, juin 2021).

à la Vision royale qui prévoit une pénétration de 52 % des énergies renouvelables dans le mix énergétique du pays d'ici 2030. La thèse défendue dans cette étude est que, plutôt que de développer des stratégies nationales abstraites de haut niveau, il est plus important de se concentrer sur des secteurs spécifiques qui œuvrent pour un seul objectif final : la décarbonisation de l'économie.

Au-delà de la CDN, des stratégies claires à long terme alignées sur les objectifs de l'accord de Paris sont essentielles pour éviter de s'engager trop dans les technologies à forte intensité de carbone et les pertes associées aux actifs irrécupérables liés au climat. Notre trajectoire 2050 a établi des objectifs à court et à long termes et s'est interrogée sur les mesures à prendre pour y parvenir d'une manière qui procure des avantages économiques globaux tout en tenant compte des coûts sociaux du carbone. Cette démarche a permis, en définitive, de mettre en évidence les décisions transformatrices et les obstacles importants.

Notre examen a révélé que les principaux moteurs de la décarbonisation varient pour chacun des six secteurs couverts : pour le secteur résidentiel, un changement de technologie en faveur de l'utilisation d'un plus grand nombre d'énergies renouvelables pour la cuisson, le chauffage, l'eau chaude sanitaire et l'éclairage ; pour le secteur des transports, un passage aux VE et l'exploration de la technologie de l'hydrogène pour les camions comme substituts des véhicules privés conventionnels et des transports publics entièrement électriques ; pour l'agriculture, une électrification progressive grâce au déploiement de pompes électriques pour l'irrigation et de pompes à chaleur pour le chauffage du bétail ; pour l'industrie et le secteur tertiaire, la réduction de l'intensité énergétique et l'amélioration de l'efficacité énergétique ; et enfin, pour le secteur de l'électricité, une pénétration accrue des sources d'énergie renouvelables (SER) dans le mix de production d'électricité, y compris les possibilités d'hydrogène vert avec un renforcement des infrastructures de réseau.

L'introduction d'un tel paquet de mesures de décarbonisation comporte néanmoins certains risques et peut se heurter à certaines barrières réglementaires, techniques, administratives, financières et, surtout, économiques et sociales susceptibles d'éroder la compétitivité des entreprises, notamment si la tarification nuit à leur part de marché. Elle peut également entraîner



des clivages sociaux si ces coûts sont répercutés sur les consommateurs finaux. La planification et la mise en œuvre d'un plan de transition écologique socialement inclusif nécessitent, ainsi, une coordination entre les secteurs, l'adoption de lois et de politiques complexes, de nouvelles sources de financement, ainsi qu'un suivi et une évaluation sophistiqués.

Enfin, pour concrétiser cette Vision, le Maroc doit intervenir et agir rapidement dans les cinq principaux domaines politiques suivants :

Premièrement, poursuivre des objectifs plus ambitieux en matière d'énergies renouvelables et d'efficacité énergétique, accompagnés du développement des infrastructures nécessaires pour soutenir la décarbonisation ;

Deuxièmement, établir un système de tarification du carbone clair et supprimer progressivement la subvention des combustibles fossiles tout en introduisant d'éventuelles incitations économiques (subventions et allègements fiscaux). Ces instruments économiques sont stratégiques pour envoyer les bons signaux de prix aux investisseurs et à toutes les parties prenantes de la chaîne de valeur, y compris les consommateurs, tout en étant attentifs aux aspects distributifs ;

Troisièmement, introduire de nouvelles politiques réglementaires capables de suivre le développement aux niveaux sectoriel et sous-sectoriel et d'encourager le changement de technologie, par exemple en définissant des normes environnementales et de performance ; quatrièmement, inclure un cadre politique attractif qui encourage l'investissement privé, stimule l'innovation technologique nationale, met à disposition des financements concessionnels, soutient

l'investissement privé et adapte les politiques en matière d'approvisionnement et de gestion de manière à attribuer des responsabilités pour les tâches qui découlent des nouveaux business modèles.

Enfin, il est essentiel de souligner l'importance du modèle de partenariat public-privé en tant que catalyseur des investissements à grande échelle, associé à un système de suivi comprenant des indicateurs de transition écologique.

## Références

- Berahab Rim, Chami Abdelilah, Derj Atar, Hammi Ibtissem, Morazzo Mariano, Naciri Yassine, Zarkik Afaf, avec le soutien technique de l'AFRY. 2021. La trajectoire de décarbonisation au Maroc – Deuxième partie : Scénarios de décarbonisation actualisés, Policy Center for the New South, Enel Green Power, juillet 2021.
- Berahab Rim, Chami Abdelilah, Derj Atar, Hammi Ibtissem, Morazzo Mariano, Naciri Yassine, Zarkik Afaf, avec le soutien technique de l'AFRY. 2021. La trajectoire de décarbonisation au Maroc – Troisième partie : Coûts et avantages de la transition énergétique, Policy Center for the New South, Enel Green Power, juillet 2021.
- Euromonitor International, Country Report, Morocco. 2019. [Online] Extrait de : <https://www.euromonitor.com/morocco/country-factfile>. Consulté le 23 juin 2021.
- Royaume du Maroc. 2021. Contribution déterminée au niveau national- Actualisée. DCN- Maroc, Juin 2021.
- Groupe de la Banque mondiale. 2021. State and Trends of Carbon Pricing.

## À propos de Enel Green Power Morocco

Enel Green Power was founded in December 2008 inside the Enel Group to develop and manage power generated from renewable resources worldwide.

The company is present in 32 countries across 5 continents and has over 1,200 plants. It has around 49 GW of installed renewable capacity generated from a mix of resources, including wind, solar, hydroelectric and geothermal. Enel Green Power is playing a fundamental role in the energy transition, as it is one of the world's leading renewable energy companies. Its goal is to accompany the planet into a new era in which everyone has access to sustainable, decarbonized energy.

Enel Green Power is also a founding member of RES4MED, Renewable Energy Solutions for the Mediterranean and Beyond, an association created in 2012 to promote renewable energy and the infrastructures needed to deliver the generated electricity throughout the Mediterranean area.

## À propos du Policy Center for the New South

Le Policy Center for the New South: Un bien public pour le renforcement des politiques publiques. Le Policy Center for the New South (PCNS) est un think tank marocain dont la mission est de contribuer à l'amélioration des politiques publiques, aussi bien économiques que sociales et internationales, qui concernent le Maroc et l'Afrique, parties intégrantes du Sud global.

Le PCNS défend le concept d'un « nouveau Sud » ouvert, responsable et entreprenant ; un Sud qui définit ses propres narratifs, ainsi que les cartes mentales autour des bassins de la Méditerranée et de l'Atlantique Sud, dans le cadre d'un rapport décomplexé avec le reste du monde. Le think tank se propose d'accompagner, par ses travaux, l'élaboration des politiques publiques en Afrique, et de donner la parole aux experts du Sud sur les évolutions géopolitiques qui les concernent. Ce positionnement, axé sur le dialogue et les partenariats, consiste à cultiver une expertise et une excellence africaines, à même de contribuer au diagnostic et aux solutions des défis africains.

Les opinions exprimées dans cette publication sont celles de l'auteur.



### Policy Center for the New South

Suncity Complex, Building C, Av. Addolb, Albortokal Street,  
Hay Riad, Rabat, Maroc.

Email : [contact@policycenter.ma](mailto:contact@policycenter.ma)

Phone : +212 (0) 537 54 04 04 / Fax : +212 (0) 537 71 31 54

Website : [www.policycenter.ma](http://www.policycenter.ma)