

Royaume du Maroc



Secrétariat d'Etat auprès du Ministre de l'Energie
des Mines et du Développement Durable,
Chargé du Développement Durable



Au service
des peuples
et des nations

Evaluation des investissements et flux financiers pour faire face au changement climatique dans les secteurs clés de l'économie nationale

L3 – Rapport d'évaluation des investissements et des flux financiers- Secteur de l'énergie

Juillet 2019

[Si atus]



Contenu

A. Les paramètres clés de l'évaluation des I&FF pour faire face au changement climatique dans le secteur de la production énergétique	2
1. Portée du secteur de l'énergie au Maroc	2
2. Présentation des mesures préliminaires d'atténuation du secteur.....	4
4. Période et année de référence.....	5
5. Approche analytique retenue.....	6
B. Les données historiques du secteur de production de l'énergie	7
C. Analyse du scénario de base	11
D. Investissements et flux financiers du scénario de base	14
E. Analyse du scénario cible d'atténuation	16
F. Investissements et flux financiers du scénario cible d'atténuation	18
G. Investissements et flux financiers nécessaires pour réussir les mesures d'atténuation des stations solaires	20
H. Implications des politiques publiques	22
I. Synthèse	23

Liste des abréviations

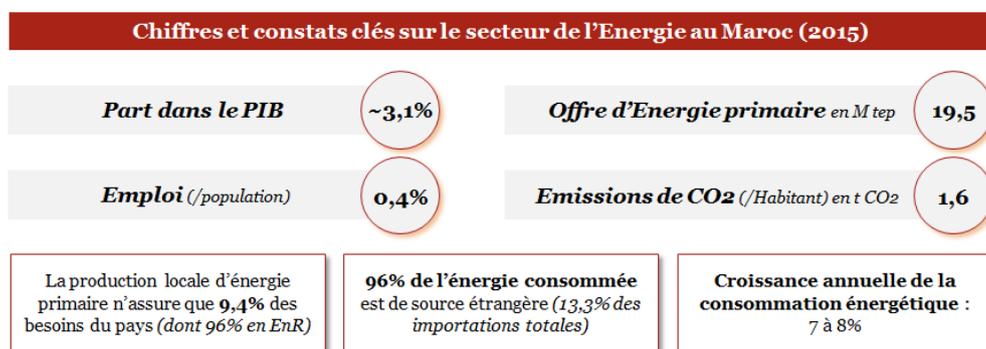
Abréviation	Signification
CC	Changement climatique
EE	Efficacité énergétique
E&M	Frais d'Exploitation et de Maintenance
EnR	Energies renouvelables
FF	Flux financiers
FI	Flux d'Investissement
PNUD	Programme des Nations unies pour le développement
SEDD	Secrétariat d'Etat chargé du Développement Durable

A. Les paramètres clés de l'évaluation des I&FF pour faire face au changement climatique dans le secteur de la production énergétique

1. Portée du secteur de l'énergie au Maroc

Le secteur de l'énergie est aujourd'hui un moteur principal du développement économique et social de tout pays, il constitue néanmoins la principale source des émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES). En effet, les émissions provenant de ce secteur ont, depuis les 4 dernières décennies, augmentées plus rapidement que celles provenant des autres secteurs, et l'énergie continue d'être la principale source des émissions mondiales de GES.

Au Maroc, le secteur de l'énergie est actuellement marqué par une dynamique de croissance à tous les niveaux (capacité, production, consommation, innovation...) et se caractérise par une dominance des sources fossiles et une forte dépendance du reste du monde.



Le Maroc est le plus grand importateur d'énergie de la région MENA

1

Conscient de ses enjeux énergétiques, le Maroc s'est engagé dès 2009, dans une stratégie énergétique (SEN) axée entre autres sur la diversification de son mix énergétique, la maîtrise de la demande d'énergie et surtout le développement des énergies renouvelables (EnR).

A la COP 21, le Roi Mohamed VI avait déclaré : « *Le Royaume du Maroc, fidèle à ses engagements climatiques, a mis en place une politique nationale intégrée pour préserver l'environnement. [...]*

Le Pays a ainsi rehaussé ses

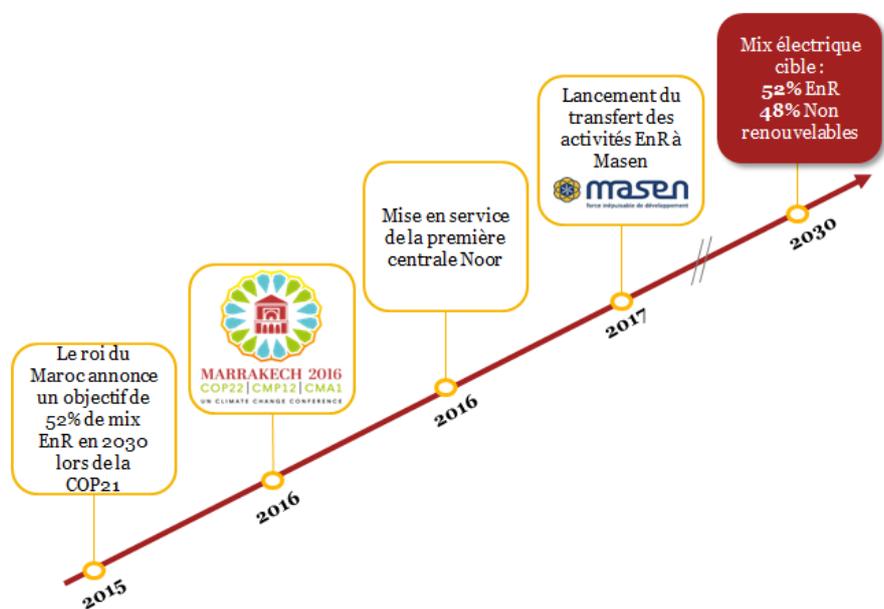


Figure 1. Trajectoire de développement des EnR au Maroc

¹ Rapport économique et financier 2015

ambitions en matière d'EnR en visant à porter leur part à 52%² de la capacité électrique nationale à l'horizon 2030, et ce grâce à des projets structurants notamment en matière d'énergies solaires et éoliennes.

Cependant, à l'heure actuelle l'utilisation extensive de l'énergie traditionnelle (charbon de bois et bois de feu), principalement dans le milieu rural, constitue une menace pour le couvert forestier et un risque compromettant le développement durable.

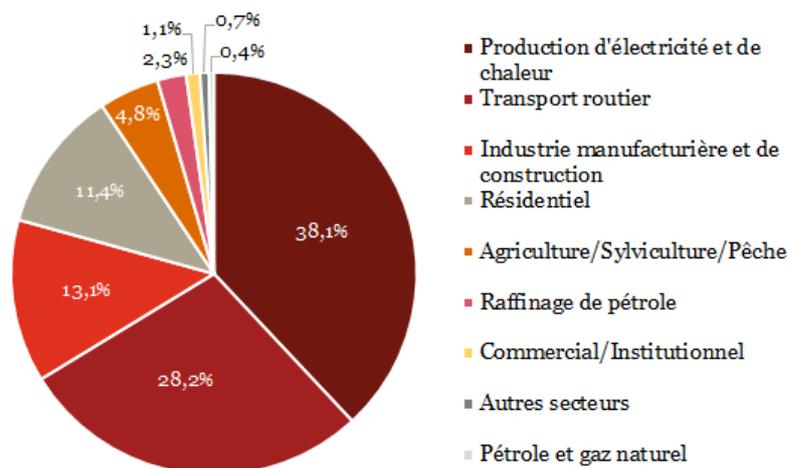
Par ailleurs, les projections établies par le Ministère de l'Energie des Mines et du Développement Durable prévoient le triplement de la demande en énergie primaire et le quadruplement de la demande électrique à l'horizon 2030. La satisfaction de cette croissance passera par une diversification des sources d'énergie et une transition énergétique notable vers les énergies renouvelables.

Analyse des émissions de GES du secteur

³Avec des estimations d'émissions de l'ordre de +138 millions de tonnes Eq-CO₂ en 2040⁴, le secteur de l'énergie reste le premier responsable des émissions des GES au Maroc. Sa part serait pratiquement constante dans la mesure où elle évoluerait de 54,4% en 2010, à 54,6% en 2040. Le taux annuel moyen de croissance des émissions de ce secteur sur la période 2010-2040 serait de 3,39% contre 3,38% pour les émissions globales.

Répartition des GES directement imputables à l'énergie par secteur émetteur (2014)

Selon la CDN du Maroc, la réduction cumulée des émissions des GES de 2020 à 2030 pour le module énergie a été estimée à 221,2 Milliers de Tonnes Eq-CO₂ (soit 42,1% des cumuls des réductions de l'ensemble des projets d'atténuation) pour un investissement de 31,3 Mds US\$ sur la période 2010-2030,



Le processus de génération d'énergie demeure la première source d'émissions de GES au sein du module en question (~40% des émissions), suivi du transport routier et de l'industrie manufacturière. A noter que les secteurs les plus émetteurs ont fait l'objet d'une priorisation d'atténuation dans le cadre des initiatives du Royaume visant à promouvoir une économie durable.

² NDC Maroc

³ NDC Maroc

⁴ Troisième communication nationale à la CCNUCC

2. Présentation des mesures préliminaires d'atténuation du secteur

Le Maroc s'inscrit dans une nouvelle démarche énergétique pour pourvoir à ses besoins croissants, à travers la nouvelle stratégie énergétique. Cette stratégie regroupe des mesures impliquant des changements technologiques majeurs et une modification des comportements sociétaux. Les orientations de la stratégie énergétique marquent l'intégration des principes de préservation de l'environnement. Ainsi, la réduction des émissions des GES est une des priorités du secteur et ce à travers deux axes majeurs :

2.1. La montée en puissance de la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique (économisant ainsi l'énergie fossile de 2,6 Mtem/an)⁵

La filière de développement des énergies renouvelables définit des mesures d'atténuation des émissions de GES à travers différents programmes et projets.

a. Développement de l'éolien

Le Maroc dispose d'un gisement éolien estimé à 25000 W sur l'ensemble du territoire. Les vitesses du vent varient de 9,5 à 11 m/s à 40 m de hauteur à Essaouira, Tanger et Tétouan et de 7,5 à 9,5 m/s à Tarfaya, Dakhla, Taza et Laâyoune. Ce potentiel est bien réparti sur le territoire et permet d'alimenter les régions reculées et non connectées au réseau.

La puissance électrique prévue de source éolienne atteindra 2280 MW en 2020 et 5520 MW en 2030, à réaliser par l'ONEE, les auto-producteurs et les opérateurs sous concession.

b. Promotion de l'hydroélectricité

La stratégie énergétique identifie près de 200 sites de Micro Centrales Hydroélectriques. Ainsi, il est prévu de mobiliser un potentiel hydroélectrique important par :

- L'optimisation des centrales existantes
- La recherche et la construction de nouvelles Stations de Transfert d'Énergie par Pompage (STEP) pour gérer les pointes de la demande
- La régulation des turbinages par l'installation de bassins de rétention
- L'équipement des sites identifiés de micro centrales hydroélectriques.

c. Croissance de l'énergie solaire

Le potentiel solaire du Maroc n'est plus à justifier avec plus de 3000 h/an d'ensoleillement, soit une irradiation de près de 5kWh/m²/an. Ce potentiel présente deux particularités notables : l'énergie solaire peut être utilisée dans les régions mal desservies par le réseau et le coût de cette énergie reste optimal (9% inférieur au coût de référence).

Les mesures d'atténuation se basent sur la réalisation d'ici à 2030 de 740 MW en solaire à concentration, 400 MW en photovoltaïque et 3 000 000 m² en solaire thermique.

d. Emergence de la biomasse

Les déchets ménagers et agricoles ainsi que les algues de 3500 km de côtes Marocaines présentent actuellement un potentiel énergétique important. La stratégie énergétique prévoit l'installation de 400 MW de puissance d'ici 2030.

⁵ Stratégie Énergétique Nationale

L'analyse des 51 projets d'atténuation inscrits dans le cadre de la CDN du Maroc identifie 10 projets d'atténuation des émissions de GES, à travers la promotion des énergies renouvelables :

- **6 projets inconditionnels d'atténuation des émissions de GES :**
 - ✓ Plan éolien national à horizon 2020 et mise en place de 2GW éoliens
 - ✓ Plan solaire national à horizon 2020 et mise en place de 2GW solaires
 - ✓ Programme national de promotion de photovoltaïques
 - ✓ Centrales d'hydro-électriques à l'horizon 2030 et mise en place de STEP de 650 MW et 125 MW d'hydroélectrique
 - ✓ Centrales à cycle combiné pour atteindre 3550 MW à l'horizon 2025
 - ✓ Parcs éoliens privés

- **4 projets conditionnels d'atténuation des émissions de GES :**
 - ✓ Plan éolien national apportant 2GW à horizon 2030
 - ✓ Plan solaire national apportant 2GW à horizon 2030
 - ✓ Microcentrales hydrauliques de 100 MW à horizon 2030
 - ✓ Centrales à cycle combiné à horizon 2030

2.2. *L'efficacité énergétique hissée au rang de priorité nationale dans tous les secteurs économiques et sociaux (satisfaction de la demande dans le respect de la préservation de l'environnement).*

Le Royaume a défini différentes mesures d'atténuation à travers le développement de l'efficacité énergétique. En effet, la stratégie énergétique affiche une ambition de réaliser une économie de 15% de la consommation énergétique à l'horizon 2030.

Les mesures d'efficacité énergétique sont étroitement liées au plans d'actions sectoriels, à savoir : le secteur du bâtiment, le secteur de l'industrie et le secteur du transport.

La politique d'efficacité énergétique sera traitée directement au niveau des plans sectoriels. En l'occurrence, la présente évaluation des I&FF traitera le volet d'efficacité énergétique sous l'ongle du secteur de l'habitat.

3. *Périmètre de l'analyse*

Le programme de développement de l'énergie solaire est une des composantes phares de la CDN du Maroc.

Ce programme comporte différents projets et chantiers. La présente évaluation se basera sur le chantier présentant les données les plus fiables.

A cet effet, l'étude se focalise sur l'évaluation des I&FF nécessaires pour faire face au changement climatique à travers le **développement de centrales solaires au Maroc**.

4. *Période et année de référence*

La date cible de l'analyse retenue est l'année 2030 afin de prendre en compte les engagements du Maroc au niveau de la CDN (en matière des projets de développement de centrales solaires uniquement – voir « 3. Périmètre de l'évaluation »).

La revue de la base documentaire collectée confirme la disponibilité de données à partir de l'année **2013**. Certaines données étant disponibles dès l'année 2008. L'année 2013 est retenue comme début d'analyse en raison de l'absence de données fiables sur les investissements dans les stations solaires depuis l'année 2008.

Ainsi la période d'analyse s'étale de **2013 à 2030** et l'année de référence est **2018**. L'analyse historique couvrira dans ce cas une période de 5 ans, conforme aux recommandations de la méthodologie du PNUD (3 à 10 ans).

5. Approche analytique retenue

L'approche analytique retenue se base essentiellement sur le niveau de disponibilité des données. En plus des données disponibles, l'évaluation des I&FF nécessaires pour faire face au changement climatique repose également sur l'animation d'entretiens avec les entités concernées par ce chantier.

L'approche analytique définit l'année 2013 comme une référence des calculs, en cas d'absence de certains ratios, des estimations seront réalisées en adoptant des taux de croissance historiques ou des taux de croissance linéaires.

Les coûts de l'exploitation et de la maintenance (E&M) seront estimés en appliquant des ratios techniques au coût de l'investissement correspondant.

L'addition des flux annuels d'I&FF ou les flux d'E&M seront actualisés. L'actualisation consiste à ramener à une date unique (l'année 2018) des grandeurs monétarisées qui s'échelonnent au cours de la période d'analyse (2013 – 2030). Il s'agit d'un élément déterminant du calcul socioéconomique des projets d'investissements publics qui ont des impacts très éloignés dans le temps.

L'actualisation des flux d'investissement se basera sur l'application d'un taux rattaché au taux des bons de trésor au Maroc. En raison de la période d'analyse et l'année de référence, nous retenons le taux des bons de trésor de 15 années de maturité. Ce taux est estimé à fin 2018 à 3,72% selon les données de BMCE Capital Markets.

Suite aux différents entretiens avec le Département de l'Energie et MASEN (Moroccan Agency for Sustainable Energy) il s'est avéré que le détail des données financières relatives aux investissements historiques et projetés est soit confidentiel ou incomplet. A cet effet, l'approche analytique se base essentiellement sur les rapports publics ajustés à travers des hypothèses et des estimations.

B. Les données historiques du secteur de production de l'énergie

L'analyse documentaire remonte des données et estimations datant de l'année 2000 sur certains ratios. Les données historiques du secteur de production de l'énergie concernent les données démographiques, les données macroéconomiques et les données relatives à la production électrique.

Les données relatives à la démographie et les informations macroéconomiques sont issues de l'étude prospective de la demande d'énergie à l'horizon 2030, réalisée par le Département de l'Énergie et des Mines publiée en janvier 2013.

Les taux d'accroissement de la population retenues par le CERED (Centre des Etudes et de Recherches Démographiques) s'énoncent ainsi⁶ :

2002-2006	2006-2012
0,96	1,07

La population par milieu a également été définie comme suit⁷ (données en milliers) :

	2012	2014
Taux d'urbanisation (EN %)	59	60
Milieu Urbain	19 185	19 869
Milieu rural	13 439	13 435
Population totale	32 597	33 304

Le rapport définit également la structure sectorielle du PIB⁸ :

(En %)	1990	2012
Agriculture (Y compris pêche)	17	14
Industrie	26	23
BTP	5	6
Transports	5	5
Tertiaire	47	52
PIB global	100	100

Le rapport relatif à la stratégie énergétique nationale fournit également des données relatives à la production électrique, datant de l'année 2008.

Le rapport définit le niveau de l'énergie appelée au totale, tout en précisant la répartition de sa source et sa destination.

⁶ CERED

⁷ HCP

⁸ HCP

Ainsi 3 catégories de producteurs sont analysées⁹ :

- Producteurs indépendants avec une capacité de 1 760 MW (soit 33% du total)
- L'ONEE présentant une capacité de 3 542 MW, soit 62% de la production totale.
- Les auto-producteurs totalisent une capacité de 40 GWh estimée à près de 0,2% de la production totale

L'énergie produite est destinée à 3 catégories d'utilisateurs¹⁰ :

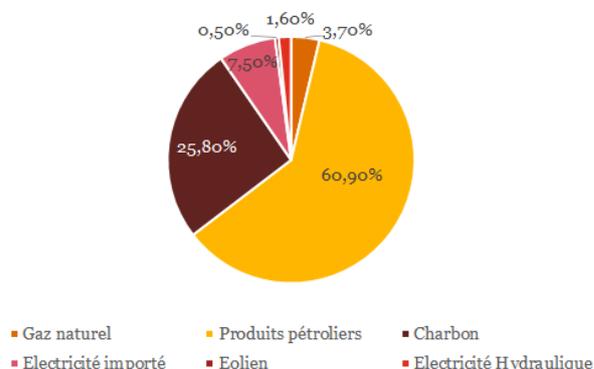
- Les clients utilisateurs de l'énergie Très haute tension et haute tension, avec près de 16%
- La distribution à travers l'ONEE totalise près de 39%
- Les régies et les concessions absorbent près de 45% de l'énergie produite

L'analyse de la base documentaire fournie dans le cadre de l'évaluation des I&FF pour faire face au changement climatique fournit la contribution des énergies renouvelables en 2008. Cette analyse est synthétisée au niveau du tableau suivant¹¹:

Application	Capacité installée	Production électrique ou équivalent (GWh)
Solaire PV	10 MW	18,11
Solaire Th CES	240,000 m ³	102,80

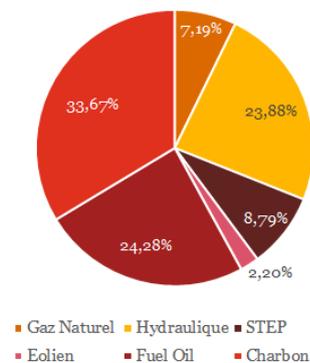
Répartition de la consommation énergétique en 2008¹²

La consommation énergétique en 2008 portait essentiellement sur les produits pétroliers et le charbon qui totalisaient plus de 85% de la consommation.



Répartition des capacités installées en 2008¹³

Le rapport de la stratégie énergétique nationale remonte également de données relatives à la valorisation de l'énergie solaire.



⁹ Stratégie Energétique Nationale

¹⁰ Stratégie Energétique Nationale

¹¹ Stratégie Energétique Nationale

¹² NAMA Toits solaires

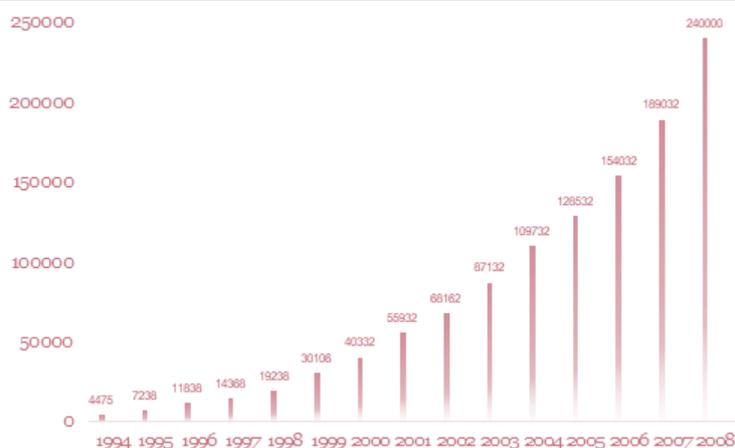
¹³ Stratégie Energétique Nationale

Evolution du parc national des capteurs solaires :¹⁴

La revue des études réalisées dans le cadre du développement de stations solaires a remonté un coût annuel de maintenance et d'exploitation estimé entre 2% et 3% des investissements réalisés.

De plus, la commission de régulation de l'énergie en France a publié un rapport sur « Coûts et rentabilité des énergies renouvelables en France métropolitaine » détaillant une part relativement faible des coûts de production des installations « ... Ils pèsent, chaque année, de l'ordre de 2,4 % des CAPEX totaux, soit 27 % de l'investissement²³ sur la durée de vie de l'installation... »

⇒ **A cet effet, nous retenons une hypothèse d'un coût annuel d'E&M de 2% pour les 3 stations solaires analysées**



L'analyse confirme l'augmentation du parc national des capteurs solaires qui sont passés de moins de 20000 capteurs en 1998 à 240000 capteurs en 2008. Le parc s'est donc multiplié par 12 au cours d'une période de 10 ans.

Analyse des flux d'investissements liés aux 3 stations solaires analysées

En M USD	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Total des investissements réalisés pour les 3 stations solaires	120	220	500	570	330	330

Au stade d'investissement et d'exploitation des 3 stations, les dépenses relatives à la maintenance sont limitées, surtout que seule la station de Noor I a été mise en exploitation depuis 2016. L'analyse des coûts d'exploitation et de maintenance ne s'appliquera que sur cette station, dont le coût d'investissement est estimé à près de 600 M USD.

Analyse des flux d'exploitation et de maintenance de la station Noor I inaugurée en Février 2016

En M USD	2016	2017	2018
Total E&M	12	12	12

¹⁴ Stratégie Energétique Nationale

Synthèse de l'analyse des flux d'investissement, d'exploitation et de maintenance (données historiques)

En M USD	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Total des investissements réalisés pour les 3 stations solaires	120	220	500	570	330	330
Estimation des dépenses E&M de la station Noor I inaugurée en 2016				12	12	12
Total	120	220	550	582	342	342

Analyse de la demande d'énergie dans le scénario de base

L'analyse des données historiques se réfère à « l'Etude prospective de la demande de l'énergie à l'horizon 2030 » élaborée par la Direction de l'Observation et de la Programmation du Département de l'Energie.

Le récapitulatif de la demande d'énergie primaire¹⁵ se traduit par les données suivantes :

2000	2006	2012
9,7 M Tep	13,2 M Tep	17,8 M Tep

La structure de cette demande d'énergie¹⁶ est analysée ainsi :

	2000	2006	2012
<i>Combustibles (Fuel oil non compris)</i>	28%	33%	28%
<i>Produits pétroliers</i>	64%	59%	63%
<i>Energies renouvelables dont l'énergie solaire</i>	2%	3%	3%
<i>Electricité importée</i>	6%	4%	4%

¹⁵ Etude prospective de la demande de l'énergie à l'horizon 2030, 2013

¹⁶ Etude prospective de la demande de l'énergie à l'horizon 2030, 2013

C. Analyse du scénario de base

Le scénario de base est la ligne d'analyse initiale. Ce scénario intègre l'hypothèse où aucune des mesures d'atténuation additionnelles ne sera entreprise. Seules les mesures déjà planifiées et mises en œuvre seront prises en compte.

Les données de base se présentent comme suit :

Taux Accroissement de la population :

2012-2020	2020-2025	2025-2030	2006-2030
0,96	0,79	0,70	0,92

	2020	2025	2030	2006-2030
Taux d'urbanisation (EN %)	62	62	64	
Milieu Urbain	21 762	22 636	24 303	1,48%
Milieu rural	13 338	13 873	13 671	0,07%
Population totale	35 101	36 509	27 974	0,92%

(En %)	2020	2030
Agriculture (Y compris pêche)	12	11
Industrie	27	29
BTP	5	5
Transports	6	7
Tertiaire	50	48
PIB global	100	100

L'analyse du plan d'atténuation défini, remonte l'importance de la mesure réglementaire permettant d'autoriser les ménages à installer des toits solaires et les raccorder au réseau de distribution basse tension au Maroc. En absence de mise en œuvre effectif de cette mesure, aucun toit solaire ne pourra être installé ou opérationnel.

La situation actuelle de la stratégie énergétique du Maroc témoigne d'une accélération de la cadence de la transition nationale

L'engagement volontariste de la politique nationale a abouti à des progressions notables sur différents plans.

Les différentes améliorations sont principalement dues à la mise en œuvre de la première phase de la stratégie énergétique 2009 – 2015.

Ainsi, il est à noter que le secteur a connu un accroissement de la part des énergies solaires et éoliennes de 2% en 2009 à 13% en 2016. Aussi, le taux de dépendance énergétique a baissé, passant de 98% en 2008 à 93,3% en 2016.

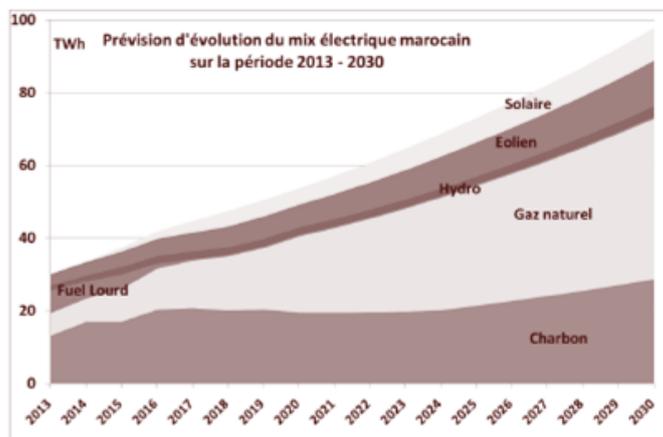
La 2ème phase de la stratégie s'inscrit dans la période 2016 – 2030 et vise à porter la part des énergies renouvelables à 52% et la dépendance énergétique à 82% en 2030.

Source : Rapport économique et financier 2018

Le scénario de base détaillera ainsi la situation du mix énergétique de manière globale et le mix énergétique conventionnel de manière spécifique.

a. *Ligne de base du mix électrique*

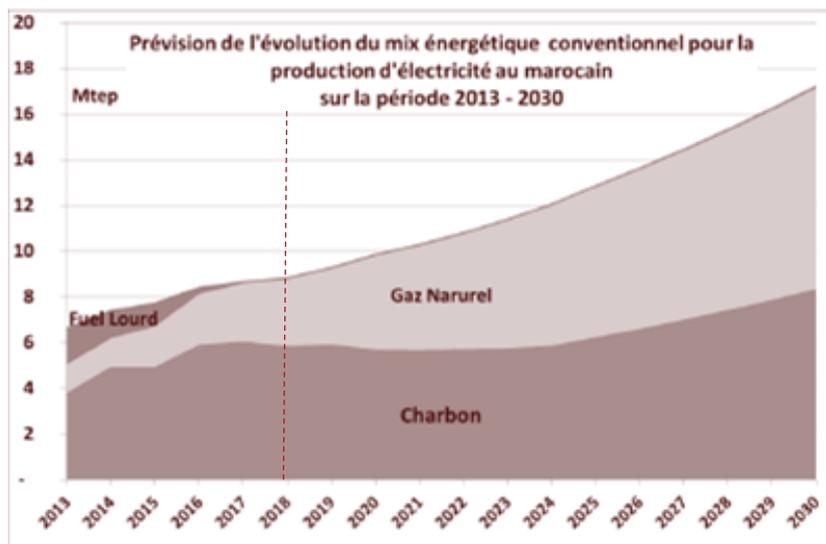
Sur la base de la stratégie nationale énergétique et les prévisions de l'ONEE, le mix électrique Marocain évoluera ainsi en absence de mesures d'atténuation additionnelles.



17

b. *Ligne de base du mix de combustible conventionnel pour la production électrique*

En absence de mesures d'atténuation supplémentaires, le mix électrique conventionnel prévoit une forte dépendance aux combustibles, représentés essentiellement par le charbon, le gaz naturel et le fuel lourd. L'évolution de ce mix énergétique est représentée au niveau du schéma suivant :



18

¹⁷ Panorama du secteur de l'électricité au Maroc

¹⁸ Panorama du secteur de l'électricité au Maroc

D. Investissements et flux financiers du scénario de base

En raison de la confidentialité et la disponibilité des données financières de l'investissement dans le programme solaire au Maroc, l'analyse des données historiques des investissements et flux financiers se concentre sur la revue des investissements réalisés dans le cadre du développement des stations suivantes :

- Noor Ouarzazate
- Noor Laayoun
- Noor Boujdour
- Noor Midelt I et II
- Noor Atlas
- Noor Argana
- Noor PV II.

Il est à noter que les 3 premières stations sont en cours d'exploitation ce qui permet d'alimenter l'analyse des données historiques. Etant en cours de développement, les données relatives aux 4 dernières stations restent limitées.

Aussi, l'analyse des données historiques ou l'appréciation des flux d'investissement futurs ne peut être réalisées par entité d'investissement ou par source en absence de données détaillées sur le poids de chaque source de financement.

Par ailleurs, les entretiens menés avec MASEN confirment que les investissements mobilisés pour le développement de Noor Ouarzazate, Laayoun et Boujdour sont de l'ordre de 2,7 milliards de dollars américains¹⁹ à date de 2018.

Ces investissements ont été financés par les fonds propres de l'Etat, appuyés par des dettes auprès des institutions internationales et l'appel aux obligations vertes (green bonds).²⁰

Le scénario de base reprend donc l'investissement réalisé à date au niveau de la station d'Ouarzazate, ainsi que les coûts de son exploitation et sa maintenance. Cependant les flux d'investissement et d'exploitation des autres stations ne seront pas intégrés dans l'analyse du scénario de base.

Ainsi, le scénario de base ne prévoit pas de flux d'investissement futurs (2019-2030). Il s'agit uniquement des flux d'investissement historiques et des flux prévisionnels d'exploitation.

Les stations solaires objet de l'analyse historique des investissements et flux financiers (Noor Ouarzazate, Laayoun et Boujdour) sont en exploitation et mobilisent une capacité totale de **740 Mw**.

Ces stations sont à un niveau d'intégration industrielle de 30% à 40% et permettent l'économie de **1 200 000 tCO₂ par an**.

A date de 2018, ces stations ont permis de créer **9 300 emplois** au Maroc.

¹⁹ Données récupérées suite aux entretiens avec MASEN

²⁰ Données récupérées suite aux entretiens avec MASEN

Analyse des flux d'investissement et des flux d'exploitation relatifs au scénario de base :

En M USD	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Total des investissements réalisés pour les 3 stations solaires	120	220	500	570	330	330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estimation des dépenses E&M de la station Noor I inaugurée en 2016				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Total	120	220	550	582	342	342	12											

Actualisation des flux d'investissement et d'exploitation du scénario de base :

Année	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Période	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
(1+taux)ⁿ	1,00	1,04	1,08	1,12	1,16	1,20	1,25	1,29	1,34	1,39	1,44	1,49
Flux estimés	12											
Valeur actualisée	12,0	11,6	11,2	10,8	10,4	10,0	9,6	9,3	9,0	8,6	8,3	8,0

Les flux d'investissement et d'exploitation sont estimés à une valeur actualisée de 119 M \$ durant la période 2019-2030

E. Analyse du scénario cible d'atténuation

Le développement de nouvelles stations solaires au Maroc permettra de réaliser 2 projets (des 10 projets inscrits) de la NDC, à savoir :

- Le projet inconditionnel de développement du plan solaire national à horizon 2020 et mise en place de 2 GW solaires
- Le projet conditionnel de développement du plan solaire national à horizon 2030 et mise en place de 2 GW solaires.

De plus, l'analyse de la Stratégie Energétique Nationale à horizon 2030 permet de relever les mesures stratégiques du scénario cible d'atténuation des effets du changement climatique à travers les énergies renouvelables, notamment en exploitant le gisement Marocain du solaire.

L'analyse prospective 2020- 2030 démontre l'importance du gisement solaire dans les différentes zones :



Le potentiel réalisable, selon la Stratégie Energétique Nationale à horizon 2030 est comme suit :

- PV 1080 MWC
- CES 3 000 000 M²
- CSP 1000 MW.

Globalement, ce potentiel permettra d'économiser 4,2 millions t/an de CO₂ tout en créant près de 15000 emplois.

Le scénario cible d'atténuation porté par le programme solaire au Maroc définit les perspectives suivantes :

	<i>Année</i>	Surface cumulée réalisable en m²	Énergie produite GWh/an	Énergie économisée kTep/an	CO₂ évité kT/an	Puissance épargnée MW	Emplois créés
Solaire Thermique basse température (CES)	<i>2020</i>	1 700 000	1 190	103	682	400	920
	<i>2030</i>	3 000 000	2 100	181	1 204	700	1 600
Solaire Thermique à concentration (CSP)	<i>2020</i>	470	1 880	161,7	1 110	<i>ND</i>	1 500
	<i>2030</i>	1040	4 000	344	2 362	<i>ND</i>	3 000
Le solaire PV pour les applications décentralisées	<i>2020</i>	<i>NA</i>	68	6	50	40	2500
	<i>2030</i>	<i>NA</i>	137	12	100	80	5000
Le solaire PV connecté au réseau	<i>2020</i>	<i>NA</i>	361	29	225	200	1000
	<i>2030</i>	<i>NA</i>	683	59	500	1 140	2000

Les mesures d'atténuation analysées dans la présente étude concernent l'exploitation des stations solaires existantes (Noor Ouazazate, Laayoun et Boujdour) et la mise en exploitation de 4 nouvelles stations :

- Noor Midelt I et II
- Noor Atlas
- Noor Argana
- Noor PV II.

A travers ces projets, les mesures d'atténuation porteront sur des stations totalisant la production d'environ 2 000 Mw/an. Les entretiens réalisés auprès de MASEN ont relevé la répartition suivante : Noor Midelt I et II (~800 MW), Noor Atlas (200 MW), Noor Argana (200 MW), Noor PV II (400-800 MW). Ces investissements permettront également d'économiser près de 2500 kt CO₂/ an.

F. Investissements et flux financiers du scénario cible d'atténuation

Les entretiens menés avec MASEN confirment que les investissements à mobiliser pour le développement des 4 nouvelles stations sont de l'ordre de 2,124 milliards de dollars américains²¹ à horizon 2021.

Ces investissements seront financés par les fonds propres de l'Etat, appuyés par des dettes auprès des institutions internationales.

Analyse des flux d'investissements liés aux 4 stations solaires cibles

En M USD	2019	2020	2021
Total des investissements réalisés pour les 4 stations solaires cibles	1 300	84	7 40

En se basant sur l'hypothèse relative au ratio des charges d'exploitation et de maintenance, nous retenons les flux d'E&M suivants :

Analyse des coûts d'E&M liés aux 7 stations solaires cibles

En M USD	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
E&M des investissements dans la station Noor I	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
E&M additionnel des 3 premières stations	6,6 ²²	13,2 ²³	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2
E&M des 4 stations du scénario cible ²⁴					42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5
Total des E&M	18,6	25,2	25,2	25,2	67,7								

²¹ Données récupérées suite aux entretiens avec MASEN

²² 2% de l'investissement de 330 M USD prévu en 2017

²³ 2% de l'investissement de 330 M USD prévu en plus de l'investissement de 33 M \$ prévu en 2018

²⁴ En prenant comme hypothèse que l'ensemble des 4 stations cibles seront mises en exploitation en 2022, soit des frais d'E&M de 2%* 2,124 MM USD

Analyse globale des flux d'investissement et d'exploitation du scénario cible

En M USD	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Total des investissements réalisés pour les 3 stations solaires de Noor I	120	220	500	570	330	330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total des investissements réalisés pour les 4 stations solaires cibles							1300	84	740									
Estimation des dépenses E&M de la station Noor I inaugurée en 2016				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
E&M additionnel des 3 premières stations						6,6	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2
E&M des 4 stations du scénario cible										42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5
Total	120	220	500	582	342	348,6	1325,2	96	765,2	67,7								

Actualisation des flux d'investissement et d'exploitation du scénario cible

Année	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Période	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
(1+taux) ⁿ	1,00	1,04	1,08	1,12	1,16	1,20	1,25	1,29	1,34	1,39	1,44	1,49
Flux estimés	1325	96	765	67,7								
Valeur actualisée	1325,2	92,6	711,3	60,7	58,5	56,4	54,4	52,4	50,5	48,7	47,0	45,3

Les flux d'investissement et d'exploitation sont estimés à une valeur actualisée de 2,6 MM \$ durant la période 2019-2030

G. Investissements et flux financiers nécessaires pour réussir les mesures d'atténuation des stations solaires

La mobilisation des fonds nécessaires pour la mise en exploitation des 4 futures stations solaires ainsi que la levée des fonds nécessaires pour l'exploitation et la maintenance des 7 stations analysées dans le cadre de la présente étude permettront de réussir les mesures d'atténuation des stations.

La différence entre les flux d'investissement et d'exploitation des deux scénarios réside dans les données relatives aux projets de la station Noor 1

Synthèse de l'analyse des flux d'investissement et d'E&M potentiels, à horizon 2030

En M USD	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Total des investissements réalisés pour les 3 stations solaires de Noor I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total des investissements réalisés pour les 4 stations solaires cibles							1300	84	740									
Estimation des dépenses E&M de la station Noor I inaugurée en 2016				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E&M additionnel des 3 premières stations						0	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2
E&M des 4 stations du scénario cible										42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5
Total	0	0	0	0	0	0	1313,2	84	753,2	55,7								

Actualisation des flux futurs d'investissement et d'E&M, à horizon 2030

Année	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Période	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
(1+taux) ⁿ	1,00	1,04	1,08	1,12	1,16	1,20	1,25	1,29	1,34	1,39	1,44	1,49
Flux estimés	1313	84	753	55,7								
Valeur actualisée	1313,2	81,0	700,1	49,9	48,1	46,4	44,7	43,1	41,6	40,1	38,7	37,3

Les flux d'investissement et d'exploitation additionnels pour assurer la mise ne œuvre du scénario cible sont estimés à une valeur actualisée de 2,48 MM \$ étalée durant la période 2019-2030

H. Implications des politiques publiques

En plus de la mobilisation des fonds nécessaires à la réussite des mesures d'atténuation, les pouvoirs publics devraient également assurer les volets suivants :

- Renforcement du cadre législatif et réglementaire
- Implication du secteur privé dans le financement des projets de développement des énergies renouvelables, notamment dans les filières de l'énergie solaire
- Renforcement des capacités du tissu économique Marocain.

1. Renforcement du cadre législatif et réglementaire

Les pouvoirs publics devraient maintenir les initiatives lancées en vue de compléter le cadre législatif et réglementaire du secteur, notamment le nouveau régime juridique visant le développement des énergies renouvelables à grande échelle à travers la mise en place effective :

- Le droit d'accès au réseau de transport
- Le droit à approvisionner le marché national
- Le droit à exporter l'énergie électrique produite.

2. Implication du secteur privé dans le financement des projets de développement des énergies renouvelables, notamment dans les filières de l'énergie solaire

La rareté des ressources publiques et l'insuffisance des fonds levés à travers les bailleurs internationaux nécessitent la réflexion autour des mécanismes et instruments financiers à développer pour encourager l'investissement privé dans les projets d'adaptation au changement climatique.

En effet, à travers l'implication du secteur privé, la politique climatique nationale ainsi que les mesures d'atténuation analysées dans le cadre de ce rapport pourront bénéficier de ressources financières variées. Ainsi, le budget de l'Etat pourrait être mobilisé en tant que levier d'attractivité de l'investissement privé.

3. Renforcement des capacités du tissu économique Marocain

Le renforcement des capacités du tissu économique Marocain passe par la formation et le développement de la recherche et l'innovation, et ce à travers :

- La préparation des ressources humaines nécessaires à ces activités: (partenariat spécifique avec les écoles d'ingénieurs, les universités et l'OFPPPT)
- Développement de l'EE&ER au Maroc à travers la recherche scientifique pour constituer un savoir-faire permettant de développer les technologies d'EE&ER
- Mise en place de programme de promotion du transfert de technologies à travers les universités et les centres de recherche et de compétences.

I. Synthèse

Le potentiel solaire du Maroc n'est plus à justifier avec plus de 3000 h/an d'ensoleillement, soit une irradiation de près de 5kWh/m²/an. Ce potentiel présente deux particularités notables : l'énergie solaire peut être utilisée dans les régions mal desservies par le réseau et le coût de cette énergie reste optimal (9% inférieur au coût de référence).

L'étude analyse la mise en place de 7 stations solaires.

En effet, la mise en place et l'exploitation de 3 stations solaires Noor Ouarzazate, Laayoun et Boujdour nécessitent un investissement de l'ordre de 2,7 milliards de dollars américains²⁵ à date de 2018.

L'extension du parc solaire Marocain à 4 nouvelles stations nécessitera un investissement global futur de 2,124 milliards de dollars américains.

Les flux d'investissement et d'exploitation actualisés et à mobiliser pour garantir l'exploitation des 7 stations solaires sont estimés à **2,6 milliards de dollars américains**.

Ces investissements seront financés par les fonds propres de l'Etat, appuyés par des dettes auprès des institutions internationales.

En plus de la mobilisation des fonds nécessaires à la réussite des mesures d'atténuation, les pouvoirs publics devraient également assurer les volets suivants :

- Renforcement du cadre législatif et réglementaire
- Implication du secteur privé dans le financement des projets de développement des énergies renouvelables, notamment dans les filières de l'énergie solaire
- Renforcement des capacités du tissu économique Marocain.

²⁵ Données récupérées suite aux entretiens avec MASEN