

**Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou Faculté des sciences
économiques, De gestion et des sciences
commerciales Département sciences de gestion**



Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Option : Management Stratégique

Thème

LA GOUVERNANCE DU MIX ENERGETIQUE EN ALGERIE

Réalisé par :

M^{lle} NEBBALI Ouerdia

Jury composé de :

Président : M^{me} METMAR, UMMTO

Examineur : M. ZERKHEFAOUI Lyes , UMMTO

Rapporteur: M^r DRIR Mohamed, UMMTO

Promotion : 2022/2023

Remerciements

Mes remerciements vont avant tout à Monsieur Mohamed DRIR, qui a supervisé ce mémoire avec une patience et une réactivité incroyables, et m'a permis de réaliser ce travail en autonomie tout en disposant de ses conseils avisés. Merci enfin de son enthousiasme pour ce sujet, qui m'a confortée dans mon envie d'approfondir ce thème.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à monsieur Fouad KOULLA et monsieur Djaouid-Djelloul BENCHERIF, qui ont pris le temps de m'accorder un entretien pour discuter de mon thème au sein de la direction de la Sonatrach.

Un immense merci à Monsieur ZERKHFAOUI et à tous les enseignants du département des sciences de gestion mais également aux enseignants du département électrotechnique, sans qui je n'aurais sûrement pas cet attachement au domaine de l'énergie et à côté desquelles j'ai compris qu'il ne faut jamais abandonner et que la persévérance est le meilleur moyen pour réussir. Leur encouragement et leur aide m'ont été essentiels !

Evidemment, je remercie ma famille et mes amis pour leur présence des plus divertissantes à mes côtés et leur soutien indéfectible.

Merci

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE	5
1 LA PROBLEMATIQUE	7
2 LES MOTIFS DU CHOIX DU THEME	7
INTRODUCTION DU CHAPITRE 1 : FAIRE D'UNE MENACE UNE OPPORTUNITE.....	9
1 UNE STRATEGIE POUR EVITER UNE MENACE ECONOMIQUE ET NATIONALE.....	9
2 ZOOM SUR LES PRINCIPAUX INDICATEURS ECONOMIQUE EN ALGERIE.....	20
CONCLUSION CHAPITRE 1	38
INTRODUCTION CHAPITRE 2 : FINANCEMENT DE LA TRANSITION ENERGETIQUE ET DEVELOPPEMENT DURABLE.....	39
1 APPROCHE AU CONCEPT DU DEVELOPPEMENT DURABLE.....	40
2 LE MECANISME DU DEVELOPPEMENT PROPRE UN OUTIL POUR L'ACCELERATION DE LA TRANSITION ENERGETIQUE.....	56
3 L'INVESTISSEMENT DIRECT ETRANGER EN ALGERIE.....	63
CONCLUSION CHAPITRE 2	75
INTRODUCTION CHAPITRE 3 : LE MANAGEMENT INTELLIGENT DE L'ENERGIE.....	77
1 CONDUITE DES RESEAUX ELECTRIQUES	78
2 L'INTERCONNEXION... ..	88
3 TECHNOLOGIES EMERGENTES DANS LE MANAGEMENT INTELLIGENT DE L'ENERGIE.....	98
CONCLUSION CHAPITRE 3	106
CONCLUSION GENERALE	108

Liste des Abréviations

AAPI	Agence Algérienne pour la Promotion de l'Investissement
AC	Alternatif Courant
AIE	Agence International de l'Energie
ASAL	Agence spatiale Algérienne
BP	British Petroleum
CCNUCC	convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique
CDER	Centre de Développement des Energies Renouvelables
CNI	Conseil National de l'Investissement
CNUED	Conférence des Nation unies sur l'environnement et le développement
CREDEG	Centre de Recherche Et de Développement Electricité et Gaz
CO₂:	Dioxyde de carbone
DC	Direct Courant
DD	Développement Durable
DDED	Devis Descriptif Estimatif et Détaillé
DPGF	Décomposition du Prix Global Forfaitaire
En R	énergies renouvelables
FMI	Fond Monétaire International
FNME	Le Fonds national pour la maîtrise de l'énergie
FNER	Fond National pour les Energies Renouvelables
GEF	Global Environment Facility
GES	Gaz à Effet de Serre
ICLEI	International Council for Local Environmental Initiatives
IDE	Investissement Direct Etranger
IEA	International Energy Agency
IRENA	Agence Internationale pour les Energies Renouvelables
GES	Gaz à Effet de Serre
GN	Gaz Naturel
GNL	Gaz Naturel Liquéfié
GPL	Gaz du Pétrole Liquéfié
GT	Milliards de Tonnes
GW	Giga watts
HIRAK	Mouvement Contestataire Populaire
KM	kilometer
KWH	kilowatt-heure
LCOE	Levelized Cost of Electricity
M	Metre
MD	Milli Darcy
MDP	Mécanismes du Développement Propre
MENA	Région du Moyen orient et Afrique du Nord
MTEP	Millions de Tonnes Equivalent Pétrole
MW	Méga Watt
NEAL	New Energy Algeria
ONM	Office Nationale Météorologie
ONU	Organisation des Nations Unies
OPEP	Organisation des pays Exportateurs de pétrole

PAL	Plan d'ajustement structurel
PD	Production Décentralisée
PIB	Produit Intérieur Brut
PNL	Pacific Northwest Laboratory
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
PNUE	Programme des Nations Unies pour L'Environnement
PV	photovoltaïques
PVC	Present Value of Costs
RN	Ressource Naturelle
RN	Route National
SDPU	Sous Détail des Prix Unitaires
SKTM	Shariket Kahraba Wa Taket Moutadjadida
SPE	Société pour la production d'électricité
TFUE	Le traité sur le fonctionnement de l'Union européenne
UNECA	Commission Economique pour l'Afrique

Après l'indépendance nationale, la première tâche fut de rompre avec l'organisation sociale et économique inégalitaire prévalant à l'époque coloniale, consolider l'Etat et lui donner les moyens de procéder à une transformation économique :

L'option d'une économie socialiste a été adoptée avec la nationalisation des moyens de production, du secteur bancaire, la création d'une monnaie nationale et le contrôle des changes et du commerce extérieur. S'ensuivra la mise en place d'un système de planification qui, à partir de 1969, va être à la base de plans de développement étalés sur plusieurs années (quadriennaux ou quinquennaux). Dès 1966, l'économie algérienne prit une nouvelle direction, avec pour objectifs, la construction d'une industrie de base, la réforme agraire et l'indépendance à l'égard de l'extérieur. L'objectif visé, en plus d'un contrôle national des richesses et des moyens, était l'élévation du niveau de vie de la population en offrant le maximum de possibilités d'emploi aux Algériens. Pour le secteur des hydrocarbures, un ambitieux programme de valorisation de toutes les catégories de ressources énergétiques (pétrole, condensat, gaz naturel) a été lancé en 1978. C'est un programme de 30 ans, dont le coût devait dépasser les 35 milliards USD. Ce montant représente quatre fois l'encours de la dette déjà contractée au moment de son lancement.

A la mort du président Houari Boumediene (décembre 1978), ce plan fut abandonné. En 1986, avec l'effondrement des cours pétroliers, la vulnérabilité de l'économie algérienne caractérisée par son extrême dépendance envers ses ressources énergétiques apparaît dans toute son ampleur et met le pays en quasi cessation de paiement.

Le pays a donc été obligé de procéder au rééchelonnement de sa dette extérieure, évaluée à plus de 25 milliards USD, au début des années 1990. Ce rééchelonnement accompagné d'un Plan d'ajustement structurel (PAS), douloureux pour des catégories sociales déjà fragilisées, permit cependant de réduire de moitié le service annuel de la dette.

Cet accord, signé en 1994 avec le FMI et avec les créanciers, obligea l'Algérie à verser chaque année, jusqu'en 2006, un montant important des devises tirées de l'exportation des hydrocarbures. Des centaines de milliers d'emplois seront perdus et le revenu moyen de l'Algérie a chuté drastiquement.

Après la mise en application du PAS, la dette extérieure à moyen et long terme a été ramenée de 32,2 milliards USD à 16 milliards USD en 2005 et de 3,8 milliard USD en 2010 pour atteindre 1.5 milliards USD en 2019.

Parallèlement à cela, l'Algérie a engagé une politique de libéralisation de son commerce extérieur et la mise en place d'un nouveau dispositif législatif conçu pour soutenir l'investisseur privé national et rendre possible l'appel aux capitaux étrangers et le passage progressif à une économie de marché.

Plusieurs textes législatifs ont été ainsi promulgués ou amendés à cet effet : - Nouvelle loi relative à l'investissement ainsi que ses textes d'application ; - Décrets exécutifs relatifs aux conditions et les modalités d'exercice de l'activité de construction de véhicules & de concessionnaire de véhicules neufs ; - Loi sur les hydrocarbures ; - enfin, la loi sur la monnaie et le crédit celle-ci a fait l'objet d'une réforme et sera bientôt promulguée.

Aujourd'hui, l'Algérie est la Troisième économie de la région du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord (MENA) et locomotive du Maghreb, l'Algérie fait partie des quelques pays qui sont parvenus à faire reculer la pauvreté de 20 % en 20 ans. Le gouvernement algérien a en effet pris des mesures significatives pour améliorer le bien-être de ses ressortissants, en déployant des politiques sociales conformes aux Objectifs de développement durable des Nations Unies. Le boom pétrolier lui a par ailleurs permis d'apurer sa dette, d'investir dans des projets d'infrastructure et d'améliorer ses indicateurs de développement humain. L'Algérie a accompli de remarquables progrès pour chacun des indicateurs clés du développement humain. Classée 83e sur 188 pays dans le Rapport 2016 sur le développement humain du PNUD, elle rejoint la cohorte des pays ayant un niveau de développement humain élevé. D'autre part, l'espérance de vie à la naissance a progressé de 16,6 ans et la durée moyenne de scolarisation de 5,8 ans.

Avec un taux net de scolarisation en primaire de 97 % en 2015 (et la parité filles/garçons), le pays a atteint l'objectif de scolarisation universelle — sachant qu'il affiche également un taux élevé de scolarisation dans le supérieur. Mais, à terme, le gouvernement va devoir améliorer la qualité de l'éducation dispensée, puisque l'Algérie se classe 71e sur 72 dans l'étude PISA de 2015, qui mesure les compétences des jeunes de 15 ans en sciences et en mathématiques. Tandis que les effets positifs de cette prospérité partagée ont contribué à la stabilité socioéconomique d'ensemble de l'Algérie, le coût des programmes sociaux et des subventions mis en œuvre n'est plus tenable depuis la baisse du prix du pétrole. Le tassement prolongé des cours internationaux de pétrole a imposé un aménagement des modèles économiques nationaux et enclenché une série de réformes dans les pays exportateurs de pétrole de la région MENA visant à s'adapter à cette nouvelle donne. En plus de l'épuisement rapide de ses réserves de change, l'Algérie connaît, comme ses voisins, un tarissement des revenus des hydrocarbures, qui ont fondu de moitié depuis quelques années. La période actuelle a vu la dépense publique d'investissement et d'équipement se tasser, du fait de la diminution drastique des ressources financières de l'Etat, induite par la chute des prix du pétrole sur le marché mondial. Le Trésor public est désormais confronté à un déficit récurrent, et même ces deux dernières années, à une sévère crise de liquidités, entravant les programmes de réalisation. Ainsi, les trois dernières années ont vu les autorisations de programme d'investissements votées connaître des réductions successives, passant de près de 3500 milliards DZD en 2015, à près de 1900 milliards DZD en 2016, et près de 1400 milliards DZD en 2017. Cette évolution s'est accompagnée d'une

accumulation des créances en souffrance, chez plusieurs opérateurs économiques sur les différents démembrements de l'Etat. Pour dépasser cette crise de Trésorerie de l'Etat et préserver la dynamique de développement du pays, et face aux limites du marché financier interne, le Gouvernement a décidé de recourir à un financement non conventionnel en 2017. Dans ce cadre, le processus de développement économique du pays poursuit son cours suivant le plan d'action élaboré et publié en septembre 2017 par les services du Premier ministre dans le cadre de la mise en œuvre du programme du président de la République. Les principales orientations de type économique contenues dans ce plan d'action visent le maintien de la dynamique de croissance de l'économie et le développement des exportations hors hydrocarbures.

En effet, ce mémoire nous renverra à l'été 2021, celui du règne du feu ; Ou les conséquences des bouleversements climatiques au contact des communautés les plus fragilisées par la démultiplication des incendies dont des régions de la Russie, Grèce, Sicile, Tunisie, Amazonie, Etats unis, Mozambique, Zimbabwe et l'Algérie... Ont été largement détruites. En nous remémorons les températures extrêmes et les sécheresses qui ont alimenté les brasiers de notre ville natale Tizi-Ouzou qui ont fait au moins 42 morts, nous nous sommes promis de faire de la question de gouvernance et de financement d'une transformation en profondeur de notre économie les fers de lance de ce mémoire. D'une part pour prouver à l'Algérie qui souffre du changement climatique et d'une instabilité économique – que les pays développés peuvent mobiliser les ressources financières et technologiques indispensables pour l'aider à y faire face. D'autre part pour piloter une réflexion innovante sur le mode de gouvernance du mix énergétique et sur les outils de financement qu'il fallait adapter inventer et déployer.

La dérive climatique avance bien plus vite que la transition énergétique et écologique, et ni la richesse ni la technologie ne nous protégeront contre ces dérives. Les administrations ne sont toujours pas immunisées contre la croyance selon laquelle l'homme serait supérieur à la nature. Le gouvernement n'a jusque-là pris aucune mesure significative afin de transformer en profondeur notre économie et nos modes de vie.

- Face aux enjeux globaux liés à la transition énergétique et à la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre, comment la gouvernance du mix énergétique en Algérie peut-elle évoluer pour favoriser une transition vers des sources d'énergie plus durables, tout en assurant la stabilité économique et l'accès à une énergie fiable pour l'ensemble de la population ?

Cette problématique propose d'explorer la manière dont la gouvernance énergétique en Algérie peut concilier les impératifs de la transition vers des sources d'énergie plus propres avec les considérations liées à la sécurité énergétique et à l'équité sociale. Elle invite également à examiner les mécanismes de prise de décision, les politiques publiques et les collaborations internationales

qui pourraient influencer la direction du mix énergétique du pays.

La richesse de cette réflexion multidisciplinaire tient avant tout aux excellentes questions qu'elle pose : Comment penser le long terme et répondre aux urgences du moment, épidémiques, économique, environnementales et énergétique ? Comment penser l'innovation et favoriser la coopération dans le contexte de transition énergétique en prenant compte d'une rude course aux minéraux dans le stockage d'énergie ?

La première étape de cette transition énergétique, la première ligne à tracer est sensiblement liée à la bonne gouvernance, en instaurant une stabilité politique et économique qui promet des feuilles de routes décrétées, qui seront concrètement réalisées et ne demeureront pas de l'ancre sur papiers. La deuxième étape consiste à dépolluer nos investissements à long terme en réorientant les flux financiers vers la transition énergétique, en adoptant l'économie de marché des réformes structurelles pour s'adapter à l'économie mondiale afin de bénéficier des projets mécanismes de développement propres MDP et investissements directs étrangers.

Chaque changement est aussi lourd de questionnements et de possibilités décuplées, l'intensification du changement climatique stimulera la demande de nouvelles réponses technologique, économique et réglementaires. La question se pose alors quant aux ajustements structurels légaux, fiscaux, régulateurs, et de mentalité, qui doivent se faire pour pouvoir exploiter de telles opportunités d'investissements. Pourquoi pas des changements concernant : la loi 49/51 ? Des contrôles de changes ? Des droits de préemptions de l'état ? Des difficultés d'accès aux fonciers industriels ? La fiscalité ? La complexité des régimes de subventions ? L'accès aux talents ? Les règles juridiques ? Ou à l'accès à l'information ?

Introduction

Au printemps 2022, quelques mois à peine après le début de la guerre Russo-Ukrainienne et quelques années après la transformation d'un virus local en crise mondiale, notre économie devient victime des répliques sismiques de crises multidimensionnelles que traverse le Monde actuel. De plus, les dépenses publiques consacrées aux énergies renouvelables dans les plans de relance économique n'ont mobilisé qu'environ un tiers des investissements nécessaires pour révolutionner et dépolluer notre système énergétique. Sachant que, les plus concernées par la baisse d'investissement sont les pays en développement qui restent confrontés à une crise urgente de santé publique, d'approvisionnement en ressources fossiles, en denrées alimentaires de base (céréales) ou en armement.

Dans ce monde éclaté, ou même le passé devient incertain, aucun pays, qu'il soit producteur de ressources fossiles ou de denrées alimentaires, d'armes nucléaires ou de vaccins ne peut prétendre à l'hégémonie. Il est évident qu'il n'y a pas de modèle universel de sortie de crise. Pour l'Algérie, la vérité oblige à dire qu'on réfléchit mal sur une mer déchainée tant dit que l'équipage tente d'écoper, c'est pour cela qu'il faut adopter une politique visionnaire globale. Elle se doit de définir ses priorités au vu de la diminution de ses ressources financières, comme elle doit également garantir les quatre sécurités, à savoir la sécurité nationale, la sécurité énergétique, la sécurité alimentaire et la sécurité sanitaire. Nous allons mettre en exergue dans ce qui suivra le rôle de la sécurité énergétique grâce aux énergies renouvelables dans sa contribution à assurer toute autre sécurité.

Section 1 : Une stratégie pour éviter une menace économique et nationale

L'Algérie est confrontée à de nombreuses menaces, notamment une population croissante, un ralentissement de la croissance économique, un taux de chômage élevé et des pressions environnementales importantes. La région est extrêmement vulnérable aux incendies comme le témoigne l'été 2021 en raison de sa réalité géographique et écologique, et sera encore plus concerné par une élévation des températures, des vagues de sécheresse et par conséquent un stress hydrique. La sécheresse et les températures augmenteront dans ce qui est déjà l'une des régions du monde les plus soumises au stress hydrique. Etant donné qu'une grande partie de la population est concentrée dans les régions urbaines côtières, les citoyens seront de plus en plus vulnérables aux pénuries d'eau. Dans le secteur agricole, les effets du changement climatique devraient entraîner une baisse des niveaux de production tandis que la demande alimentaire augmentera en raison de la croissance démographique et de l'évolution des modes de consommation ce qui perturbera la sécurité

alimentaire. On note également un risque de déforestation et de dégradation des infrastructures essentielles alors que les dépenses pour la réparation et la replantation (un olivier mature coûte en moyenne 9000 euro) exercent une pression supplémentaire sur des ressources financières déjà très limitées. En outre, la propagation de la pauvreté, des inégalités des richesses et les maigres ressources contribuent indubitablement, à un état de frustration, qui apportera à son tour des formes courantes du terrorisme (extorsion, kidnapping, cyber-attack...) c'est un inévitable scénario qui ébranlera avec violence la sécurité nationale.

Ces menaces à tous les niveaux : alimentaire, sanitaire et sécurité nationale, résultant de l'interaction des aspects économiques, sociaux et climatiques, ne doivent pas être ignorés, car ils présentent de graves risques pour la prospérité, le développement économique, social mais surtout pour la stabilité du pays. Les problèmes énergétiques sont au cœur de ces menaces.

1-1 Une Stratégie de sortie de crises

La transition vers des systèmes basés sur les énergies renouvelables représente donc une stratégie de survie et qui devrait être considéré comme « La priorité nationale ». Autrement dit, le développement des énergies renouvelables serait à même de booster la croissance économique, l'emploi local et de soutenir la stabilité du pays par le biais des 4 sécurités.

Pour assurer la transition vers un développement plus durable, plus responsable de l'environnement, notre économie devra modifier radicalement sa stratégie énergétique et poser les bons fondements pour un avenir avec moins de menaces, plus propre, qui serait alimenté par un slogan « 30% d'énergies renouvelables en Algérie d'ici 2030 ».

Ce slogan fait rêver, mais repose en partie sur une illusion. Les fractures intérieures de l'Algérie ne peuvent se résorber par la seule grâce d'une nouvelle présidence qui propose toujours et encore, le même régime mis en place depuis 1999. Ce climat politique en stagnation, en raison d'une faible capacité de l'état, un état de droit fragile, un manque de tolérance à l'égard de l'opposition, de fortes inégalités, la corruption et une armée influente politiquement créent de l'instabilité. Les manifestations publiques de 2019 « HIRAK » dans l'ensemble du pays, dont les mouvements d'opposition n'ont pas réussi à atteindre tous leurs objectifs pourtant clairs en raison du covid19. L'incertitude concernant ces crises ainsi que les réponses conséquentes de la part du gouvernement en vue d'apaiser les tensions (l'arrestation de nombreux chefs d'état et d'entreprises) ont freiné les investissements et la création d'emplois plongeant l'Algérie dans une période d'effondrement de sa croissance économique mais générant également des conflits extérieurs.

En effet, en étant incapable de maintenir la stabilité du pays, notre état s'est tourné vers une des formes de nationalisme pour unifier la population contre un ennemi commun (la relation franco-algérienne, la relation algéro-marocaine et la relation Algéro-Espagnole). En outre, le problème des

réseaux sociaux qui réduit de plus en plus la confiance publique incapable de distinguer la vérité des rumeurs ou de la manipulation médiatique.

Par ailleurs, notre démocratie pourra tirer sa légitimité à long terme : en instaurant un processus politique juste, inclusif et équitables avec des élections locales tenues librement et correctement, conformément aux normes internationales et à la législation locale, sans fraude. Et veiller à gagner la confiance des concitoyens en offrant : des services efficaces, la transparence, un comportement d'éthique, une proactivité face aux changements, une stabilité économique, une sécurité personnelle mais également en luttant contre la corruption, le monopole des élites et les inégalités afin de renforcer la satisfaction du peuple.

En revanche, le slogan révèle une évidence : -L'inévitable recours aux énergies renouvelables pour l'Algérie, de par son potentiel énergétique propre à un cout abordable, qui lui permettra une autosuffisance tout en sortant de sa dépendance aux hydrocarbures, de soutenir l'environnement et le marché du travail qui subissent un crucial bouleversement.

Toutefois, nous invitons les acteurs politiques, gouvernants, et les différentes parties prenantes notamment les entreprises étatiques et privées, qui jouent un rôle prépondérant dans cette transformation à se rencontrer et à se nourrir d'échanges sur les outils et les bonnes pratiques permettant de mettre en place ce changement. Ce changement ne peut se faire que par une bonne gouvernance qui fait passer l'intérêt général au-dessus de l'intérêt individuel, et qui fait face à la complexité et à la rapidité du monde de demain.

Il conviendra d'asseoir un objectif qui reflète une vision politique commune devant jouer un rôle central dans la mise en œuvre du développement des opportunités économique, d'une lutte contre les inégalités, et de stratégies énergétiques globales, nationales et locales. Il faudra définir un objectif ambitieux de ce dernier qui reste à la fois concrétisable et qui fasse preuve d'engagement politique. Cela permettra à la fois aux investisseurs et à la population locale dans son ensemble, d'avoir une vision politique sur le long-terme, de mieux comprendre leur rôle dans ce changement et la part qu'ils peuvent jouer pour atteindre les objectifs définis.

La contrariété généralisée et les crises majeures sont probablement les facteurs qui encouragent les changements, mais qui ne suffisent pas. Changer les contrariétés en quelque chose de nouveau nécessite la combinaison d'un leadership inspirant avec des idées convaincantes qui donneraient naissance à de fortes coalitions politiques.

Enfin, un pile ou face ressort d'une analyse intellectuelle qui expose deux scénarios pour l'avenir, dont un qui s'articule autour d'un régime politique autocrate électoral stagnant, sans direction dans lequel les règles internationales ne sont pas respectées, la coopération mondiale est limitée et la technologie n'apporte pas de résultat. Le secteur des énergies renouvelables et du tourisme pourtant lucratifs demeurent inexploité, l'incapacité d'attirer des talents au niveau mondial ou de maintenir

une collaboration internationale stable, des innovations technologiques s'affaiblissent, des disparités en matière de soins de santé et la pauvreté qui oscille.

Le deuxième scénario plus ambitieux, projette un régime politique démocratique électoral, organisant des élections multipartites libres et équitables garantissant la liberté de parole et d'expression. La population de plus en plus autonome et exigeante aura alors davantage de capacités et de motivation à défendre l'intérêt général socio-économique et à exiger davantage du gouvernement qui sera soumis à une pression accrue mais qui n'aura qu'une trajectoire la prospérité économique. Cette pression obligera le gouvernement à coopérer avec d'autres pays afin de donner naissance à d'ambitieux projets, dans le secteur des énergies renouvelables en l'occurrence, qui générera un transfert de technologie, d'inclusion de projets (multilatéraux) dans le cadre de coopérations, l'accès à une électricité trois fois moins chère, la suppression des subventions de l'électricité domestique et industrielle (étonnement) de l'état à un montant démesuré (6,4DZD le kWh). Cela permettrait à l'état de faire des recettes de devises supplémentaires en exportant plus de gaz avant l'année (2050 net carbone) mais également d'exporter de l'énergie solaire dans les différents pays, et plus judicieusement dans les pays subsaharien. L'impact du changement énergétique sur l'économie deviendra la véritable porte de sortie des crises actuelles. En effet, nous pouvons faire d'une menace une opportunité. Les études de l'IRENA font ressortir que l'impact sur la croissance serait important. L'impact seulement sur le PIB est estimé à 367\$ par habitant, une croissance du bien-être social s'ensuivrait aussi (IRENA 2020d).

1-2 Entre Volonté de transition énergétique et dépendances aux hydrocarbures

En Algérie, tout comme à l'échelle globale, le secteur de l'énergie est l'un des principaux facteurs du changement climatique. Le rapport de la Commission économique de l'ONU pour l'Afrique et de son bureau Afrique du Nord avait relevé en 2011 que l'Algérie possède de grandes réserves de pétrole et de gaz naturel et dépend largement de ces ressources pour générer des recettes d'exportation. Le secteur du gaz et du pétrole représente 45.9% du PIB algérien. Les exportations totales d'hydrocarbures ont représenté presque 98% du volume total des exportations pour l'année 2007 (UNECA 2011). Avec un chiffre d'affaires à l'exportation de près de 56,1 milliards de dollars US réalisé en 2010 par la compagnie Sonatrach, l'Algérie est le 4ème plus important exportateur de gaz naturel liquéfié (GNL) dans le monde, le 3ème plus grand exportateur de gaz de pétrole liquéfié (GPL) et le 5ème exportateur de gaz naturel. A cela s'ajoute l'augmentation de la consommation énergétique de ce pays d'Afrique du Nord, liée à la croissance économique, à l'accroissement de la population et à l'augmentation de la consommation énergétique par personne. Entre 2002 et 2011, la consommation énergétique moyenne a augmenté de 5,7% (UNECA 2011). En Algérie, l'ensoleillement annuel moyen est évalué à 3000 heures, avec une moyenne

d'ensoleillement de 6,57 kWh/ m²/jour. Avec un territoire composé de 86% de désert saharien et par son positionnement géographique, l'Algérie possède le champ solaire le plus important au monde. Si on devait comparer le solaire au gaz naturel, le potentiel solaire algérien est équivalent à un volume de 37 000 milliards de mètres cubes par an, soit plus de 8 fois les réserves de gaz naturel du pays, avec pour différence supplémentaire que le potentiel solaire est renouvelable, contrairement au gaz naturel (UNECA 2011). La société de développement des ENR, New Energy Algeria (NEAL), a lancé le premier projet hybride solaire-gaz dans le cadre d'un programme global d'énergie solaire et éolienne, qui sont les potentiels les plus importants en Algérie. Pour le projet Hassi R'mel, une demande de financement à la Banque mondiale avait été introduite. Il se trouve que cinq autres projets dans le Monde avaient déjà obtenu un accord de crédit concessionnel de 50 millions dollars. Par la suite, en 2006, un programme complémentaire de trois autres centrales solaires hybrides solaire-gaz a été lancé et ces centrales étaient deux fois plus grandes que le projet initial de Hassi R'Mel. Il s'agissait de trois centrales de 300 MW à Meghaier (est), Hassi R'Mel (centre) et Naama (ouest). Ces projets développés par NEAL, devaient compléter le programme d'énergie solaire qui avait démarré avec l'installation du premier central hybride gaz naturel-solaire implantée à Hassi R'mel en juillet 2011. Sur la période 2016– 2020, il était prévu de réaliser quatre centrales thermiques avec stockage d'une puissance totale d'environ 1200 MW, puis l'installation de 500 MW par an jusqu'en 2023 et 600 MW par an jusqu'en 2030. Tout ceci a été remis en cause par le Lobby pétrolier.

1-3 Bilan des programmes de développement des énergies renouvelables en Algérie

Il faudrait commencer pour faire le bilan précis des ENR en Algérie. Nous avons noté qu'avec la Centrale hybride de Hassi R'Mel, il était prévu trois autres centrales de 300 MW chacune. Ceci devait permettre un programme de 1050 MW pour la période 2006–2014. Si nous reprenons le rapport de la Commission de l'ONU sur la situation actuelle et les perspectives, on constate qu'il a repris le programme réalisé par NEAL et présenté au GEF de la Banque mondiale. Il était prévu de réaliser quatre centrales thermiques avec stockage d'une puissance totale d'environ 1200 MW, puis l'installation de 500 MW par an jusqu'en 2023 et 600 MW par an jusqu'en 2030 (UNECA 2011). C'était un programme de 8 000 MW qui devait aboutir en 2020. Tout ceci a été bloqué. Un programme de 22 000 MW avait été lancé en 2011. Il donnait la belle part aux CSP. En 2014, il fut révisé pour écarter les CSP et dédier 13 000 MW au PV. Depuis il y a eu ces deux dernières années environ 400 MW de PV installés par des entreprises chinoises sans aucune information sur les performances de ces centrales (UNECA 2011).

1-4 Etats des lieux du programme de développement des énergies renouvelables 2011-2014

S'agissant des réalisations qui s'inscrivent dans le cadre de la première phase du programme relative au test des technologies disponibles, l'état des lieux est le suivant :

- La mise en service depuis mai 2011 de la centrale électrique hybride (gaz-solaire) de Solar Power Plant (SPP1) à Hassi R'Mel de 150 MW dont 25 MW en solaire déjà lancé avant l'adoption du programme.
- Création d'une entreprise filiale de SONELGAS, Shariket Kahraba waTakat Moutadjadida (SKTM), chargée du développement des énergies renouvelables et des réseaux isolés du sud.
- La mise en service en juin 2014 de la ferme éolienne de 10 MW de la Société Algérienne de Production de l'Electricité dénommée SPE dans la région d'Adrar.
- La mise en service en juillet 2014 à Ghardaïa d'une centrale pilote de 1,1 MWc (avec les 04 filières photovoltaïques) appartenant à Shariket Kahraba wa Takat Moutadjadida (SKTM).
- la réalisation en cours par SKTM de centrales photovoltaïques (PV), d'une puissance totale de 343 MW dans les régions des hauts plateaux et Adrar, réparties sur différents sites de 10 à 20 MW/site. Leur mise en service est attendue pour 2015.

Par ailleurs et s'agissant des études et actions inscrites, il convient de signaler la finalisation de ce qui suit :

- Acquisition de 10 stations automatiques de mesures météorologiques par le CREDEG et l'installation de la station pilote sur le site de Khenchela ;
- Etude sur la tarification des énergies renouvelables ;
- Etude de faisabilité de la fabrication de silicium grade solaire.
- Actualisation de l'atlas éolien national par l'Office National de Météorologie (ONM) et identification des sites éligibles à l'implantation de fermes éoliennes dans la zone de Touggourt, Hassi Messaoud et Ghardaïa.
- Elaboration en cours de l'atlas solaire de l'Algérie par l'Agence Spatiale Algérienne (ASAL) et dont les résultats sont prévus pour début 2015.
- Formation d'ingénieurs et de techniciens par des moyens nationaux et à l'étranger.

Sur le plan réglementaire, les pouvoirs publics ont procédé à l'adoption d'une série de mesures de soutien visant la promotion des énergies renouvelables à travers la mise en place d'un cadre juridique favorable et d'un Fond National pour les Energies Renouvelables (FNER) qui est alimenté annuellement à raison de 1% de la redevance pétrolière.

Ce cadre juridique s'appuie sur un dispositif réglementaire permettant le fonctionnement d'un

mécanisme de soutien basé sur des tarifs d'achat garantis. Il prévoit aussi plusieurs dispositions traitant des conditions d'accès aux avantages et de l'éligibilité des installations de production de l'électricité à partir des énergies renouvelables ou de systèmes de cogénération. La législation secondaire a été renforcée par la publication des textes suivants :

- Décret exécutif n°11-423 du 08 décembre 2011 fixant les modalités de fonctionnement du compte d'affectation spécial n° 302 – 131 intitulé "Fonds national pour les énergies renouvelables et la cogénération" ;
- Arrêté interministériel du 28 octobre 2012 déterminant la nomenclature des recettes et des dépenses imputables sur le fonds national pour les énergies renouvelables et la cogénération (FNER) ;
- Arrêté interministériel du 28 octobre 2012 précisant les modalités du suivi et de l'évaluation du FNER ;
- Décret exécutif n°13-218 du 18 Juin 2013 fixant les conditions d'octroi des primes au titre des coûts de diversification de la production d'électricité ;
- Décret exécutif n°13-424 du 18 décembre 2013 modifiant et complétant le décret exécutif n° 05-495 du 26 décembre 2005 relatif à l'audit énergétique des établissements grands consommateurs d'énergie ;
- Arrêtés ministériels du 02 février 2014 fixant les tarifs d'achat garantis pour la production d'électricité à partir d'installations utilisant la filière photovoltaïque et les conditions de leur application ;
- Arrêtés ministériels du 02 février 2014 fixant les tarifs d'achat garantis pour la production d'électricité à partir d'installations utilisant la filière éolienne et les conditions de leur application ;
- Projet de décret exécutif fixant les modalités de certification de l'origine de l'énergie renouvelable et de l'usage de ces certificats approuvé par le gouvernement ;
- Projet d'arrêté ministériel fixant les tarifs d'achat garantis pour la production d'électricité à partir d'installations utilisant la filière cogénération et les conditions de leur application (en cours).

1-5 Pourquoi développer les énergies renouvelables en Algérie ?

Selon le rapport de l'UNECA 2011, l'Algérie, pays central en Afrique du nord, a depuis son indépendance en 1962 et surtout après le premier choc pétrolier des années 1970, profité abondamment des énergies carbonées (gaz et pétrole) renfermées dans son sous-sol. Ces énergies carbonées ont représenté et représentent 95% des recettes en devises du pays et plus de la moitié de son PIB (UNECA 2011). L'économie du pays, dépendant presque exclusivement de ces

énergies, subit négativement de plein fouet toute baisse du prix de ces énergies sur le marché mondial, comme elle subit positivement toute embellie de ces prix sur le marché mondial. Avec le temps, les réserves ont commencé à s'épuiser, alors que les besoins du marché national augmentaient particulièrement pour le gaz qui assure l'essentiel de la production de l'électricité. Ceci a coïncidé presque simultanément avec l'avènement du gaz de schiste ou shale gas et il s'est avéré que l'Algérie renfermait d'importantes réserves de cette énergie dans les schistes ou les roches mères, roches mères qui avaient elles-mêmes généré les hydrocarbures conventionnels. Nous avons appris que l'Algérie possédait les troisièmes réserves mondiales. Ces informations nous ont été communiquées par les instances géologiques américaines basées probablement sur un survey par satellites. C'était l'aubaine puisque ce gaz de schistes arrivait à point nommé pour relayer la baisse des réserves de gaz conventionnel et l'augmentation des besoins en gaz très sollicitée par une croissance à deux chiffres de la consommation électrique. Simultanément, un regain d'utilisation des énergies renouvelables s'est produit, surtout l'éolien et à moindre mesure le solaire pour faire face aux désordres climatiques que la Planète subissait et qui prédisait un avenir sombre pour les générations futures. Il faut à ce point souligné que ces désordres climatiques étaient dus presque totalement à une utilisation effrénée des énergies carbonées. A cette époque, les prix mondiaux élevés de l'énergie, ont mené à un développement important du gaz de schistes et par la même occasion du pétrole de schistes, particulièrement aux USA (permettant la quasi-autosuffisance en énergie alors que ce pays était largement importateur).

Les pays plus soucieux de juguler les désordres climatiques ont opté pour le développement des renouvelables. Cela permettait aussi à ces pays d'alléger leur facture énergétique tout en augmentant la production domestique (la Conférence de Paris, à l'unanimité, a recommandé la limitation de l'augmentation de la température mondiale pour éviter d'autres catastrophes comme celle de l'été 2021 dans l'avenir). L'Algérie troisième réserve mondiale de schiste d'après des sociétés géologiques américaines, s'est révélée aussi être un pays capable d'alimenter toute la planète en électricité solaire ou en électricité verte. Par sa superficie, l'Algérie peut aussi bien développer le photovoltaïque que le solaire thermique. Des différences importantes existent entre les deux sortes de développement. Même si l'Algérie est classée troisième réserve mondiale de schiste (ce qui reste à démontrer par des études et des travaux), elle occupe sans aucun doute les tous premiers rangs mondiaux en solaire. La différence de taille est que le gaz de schistes est une réserve finie alors que le solaire est une réserve infinie (ou tout au moins tant que le soleil éclairera la Planète). Sans parler de la technique de production du gaz de schistes par fracturation hydraulique qui sollicite grandement les ressources en eau surtout pour un pays en stress hydrique comme l'Algérie. Il faut aussi noter qu'il existe une troisième source d'énergie qui respecte les données climatiques : il s'agit du nucléaire ; qui souffre cependant de bien des aléas comme par exemple le

traitement des déchets nucléaires. De plus, l'incident de Tchernobyl, après celui de Three Mile Island aux Etats-Unis, a beaucoup entamé le crédit du nucléaire qui a été durement touché, pour ne pas dire presque discrédité après l'incident de Fukushima. Pour l'Algérie le choix résidait entre le schiste et le solaire. Le gaz de schistes ainsi que le pétrole peuvent pour un laps de temps limité faire face aux soucis que sont la baisse des réserves du conventionnel et l'augmentation continue de la demande interne, Cependant, que deviendra cette demande si l'industrie qui n'occupe qu'une place limitée dans la constitution du PIB connaît la croissance qui est souhaitée ? Ils devront être produits à un coût acceptable, laissant la possibilité au pays de réduire ses dépenses et non de produire à des coûts avoisinant le prix mondial ou le dépassant.

Si tous les clignotants sont au vert, le schiste ne peut constituer une solution que pour un temps limité, car à l'instar du conventionnel, le gaz ou le pétrole de schistes n'offre que des réserves restreintes. Ce n'est pas le cas du renouvelable (comme leur nom l'indique) que sont le solaire principalement et l'éolien pour l'Algérie. Les réserves sont infinies et comme nous l'avons dit plus haut, tant que le soleil éclairera à chaque aurore la Planète, l'énergie solaire sera disponible. Il en sera de même pour l'éolien qui résulte de vents qui existent depuis la naissance de la planète. Les coûts du schiste se sont révélés prohibitifs, surtout depuis la crise que nous vivons avec la pandémie. On a vu ainsi des sociétés réputées insubmersibles, déposer le bilan après quelques semaines de baisse des prix de l'énergie à l'international. Parallèlement, le coût de production du kilowatt à partir des renouvelables concurrence sérieusement le coût de production du kilowatt à partir des énergies carbonées (principalement le gaz). Son prix de revient est à présent inférieur, même en tenant compte des coûts de l'intermittence. En effet, aussi bien le solaire que l'éolien ne sont pas disponibles en permanence (nuit ou période sans activités venteuses mais ce désavantage est déjà pris en charge avec beaucoup de succès. Pour l'Algérie, les énergies carbonées encore disponibles pourraient de toutes façons éviter le désagrément de l'intermittence en cas de développement des renouvelables jusqu'à maîtrise des techniques de stockages. Par ailleurs, les énergies carbonées (pétrole en particulier) semblaient indétrônables pour l'activité transport, or nous constatons que pour une large part, l'automobile, l'hybride d'abord et le tout électrique à présent la place centrale du carboné est surfaite. On évoque déjà des avions à neutralité carbone et bientôt des navires ! En résumé, du fait de réserves infinies et de coûts limités et concurrentiels, les renouvelables en Algérie s'imposent avec évidence d'autant plus que l'électricité verte produite en abondance pourrait devenir un argument d'exportation ; Pourquoi ne pas imaginer dans un avenir proche les deux rives de la Méditerranée reliées par des câbles de transport de l'électricité en courant continu. Bien sûr, au-delà de ce que nous venons de dire, le développement du renouvelable en Algérie, permettrait sûrement d'atténuer des effets du changement climatique. ; L'Algérie doit, à l'instar, des autres pays apporter sa contribution à la lutte contre les désordres climatiques et l'augmentation de la

température. Par sa nature infinie, le renouvelable sera bénéfique pour le pays et lui apportera une réponse définitive au problème posé par le manque de sécurité énergétique. Si les énergies carbonées ont apporté une large contribution au règlement du problème de l'emploi, le renouvelable constituera, lui aussi une importante source de création d'emplois de faible degré d'appréciation ainsi que d'emplois nécessitant des formations de haut niveau. Ce double caractère favorisera la participation locale et stimulera le développement social.

En outre, le fait de résoudre le problème crucial de disponibilité énergétique à un coût acceptable, le développement des renouvelables limitera la pollution atmosphérique et permettra d'apporter sa contribution à l'amélioration de la santé humaine. Partant du principe qu'il est nécessaire de disposer d'énergie et dans la mesure où la nature vous a doté d'énergie avec des réserves finies et aussi d'énergie à caractère infini à des coûts qui se concurrencent au profit de l'énergie à caractère infini, avec la possibilité d'exporter l'une comme l'autre, quel serait votre choix ? L'Algérie se doit d'opter pour le renouvelable. Il faut savoir que l'Algérie avait engagé un programme de développement des ENR à partir de 2003 (UNECA 2011). Toutefois, comme cela est mentionné en introduction, le programme lancé par NEAL, société de droit commercial en charge du développement des ENR, avec trois centrales hybrides de 300 MW chacune avait été accueilli favorablement par le GEF à savoir le fonds pour le climat géré par la Banque mondiale qui avait accordé un crédit concessionnel de 160 millions de dollars (Banque mondiale 2011). Ces fonds ont servi de levier pour financer tout le programme. Cependant, le Lobby pétrolier a été suffisamment puissant pour amener le gouvernement de l'époque à refuser ce financement. Aujourd'hui la volonté politique est favorable. Il nous faut donc nous intégrer dans un processus qui puisse attirer des investisseurs étrangers, un processus qui cerne les freins existants au développement des ENR, un processus qui respecte la dimension sociale.

1-6 Les avantages du développement des énergies renouvelables en Algérie

En premier lieu, de promouvoir la sécurité énergétique et la résilience. La sécurité énergétique est perçue à travers le prisme du modèle de consommation énergétique. Cela consiste à assurer au pays un approvisionnement énergétique qui couvre tous les besoins jusqu'à l'horizon 2050. Ce modèle intégrera bien sûr les besoins rationnels énergétiques des différents secteurs économiques. Par rationnel, on entend des besoins normalisés, c'est-à-dire de mettre un stop au gaspillage des ménages. Il faut y inclure les besoins des nouveaux axes de développement en dehors des hydrocarbures ainsi que la croissance démographique qui dépasse les 2%. L'usage énergétique pour l'Algérie serait de 20% en électricité et donc de 80% en chaleur. La sécurité énergétique implique donc une production énergétique adaptée. La décision politique de réduire la part de l'usage thermique pour consacrer près de 80% à l'électricité dans le choix des filières

technologiques n'est pas conséquente. En effet, la priorité est donnée au photovoltaïque seulement. Le solaire thermique a été interdit par décret ministériel. Il n'y a plus de résilience du système énergétique avec la fin du gaz conventionnel.

En deuxième lieu, il permettrait de faire bénéficier l'économie locale et créer Des emplois. Il est bien compris que le fait de s'inscrire dans le développement durable permet de satisfaire la concrétisation du pilier essentiel qui est celui de la dimension sociale. La création d'emplois dans les industries des ENR est une réalité. Les choix technologiques sont importants. La potentialité de création d'emplois n'est cependant pas, uniforme. Il serait illusoire par exemple de croire que la fabrication des cellules photovoltaïques est une solution. Il a été démontré qu'en fait la création d'emplois dans la chaîne de valeur du photovoltaïque (PV) ne représente que 18% pour la fabrication des cellules.

En troisième lieu, il permettrait de stimuler le développement social et la participation locale, avec plus de 2 millions de km² l'Algérie est très étendue. Ses ressources naturelles sont principalement localisées dans le Sud, alors que c'est la population du Nord qui représente plus de 90% qui en profite. La centralisation de la décision économique a étouffé toutes les initiatives locales. Il s'agit à présent d'intégrer dans la vision de développement, la levée des contraintes administratives existantes. Elles sont la source de la corruption. Il faudrait penser le développement local sous forme de zones franches. La bonne gouvernance impliquera que le modèle de développement sera du type block chain adossé à une crypto-monnaie.

L'administration se limitera à la sécurité du site. Les décisions d'investir seraient locales. L'orientation technico-économique sera cependant préalablement définie. Elle devra respecter la souveraineté du pays et s'inscrira parmi les priorités liées aux quatre sécurités mentionnées ci-dessus.

En quatrième lieu, il permettrait de réduire la pollution et d'améliorer la santé humaine. Il faut à présent prendre ses responsabilités pour créer des services et donc des emplois autour des actions de protection de l'environnement, telles que le tri sélectif, le traitement des déchets ; le recyclage généralisé. En effet, en matière de recyclage des matières et matériaux pour l'Algérie, un grand pays doté de ressources, le recyclage des déchets organiques qui devient ingérable au Nord devrait être résolu. On peut imaginer la réalisation de voies ferrées électriques du Nord au Sud. Les déchets organiques du Nord seraient transportés par train vers le Sud pour l'emblavement des terres destinées à l'agriculture saharienne. Au retour il ramènerait du sable, une ressource rare au Nord pour la construction. L'électrification du transport est une chose aisée pour un pays doté du plus important potentiel solaire. Le Covid-19 nous a démontré les résultats de la diminution de l'utilisation de voitures à combustion interne. La construction des infrastructures et des véhicules électriques est à portée de la main d'œuvre algérienne.

En conclusion, Du fait de l'importance prise par la question énergétique au niveau mondial, l'Algérie semble s'être elle aussi engagée sur la voie des énergies renouvelables afin d'apporter des solutions globales et durables aux défis environnementaux et aux problématiques de préservation des ressources énergétiques d'origine fossile. Notamment en déployant des efforts non négligeables concernant les énergies renouvelables par la mise en place : d'un département au sein du ministère de l'énergie dédié à la transition énergétique, d'une SPA ' Shaems détenue par Sonatrach et Sonelgaz et de multiples centres de Recherche et développement.

Section 2 : Zoom sur les Principaux Indicateurs Economiques en Algérie

En 2020, le pays a connu une récession due aux crises du Covid-19 et du HIRAK avant de rebondir les années suivantes suite à la hausse du prix des hydrocarbures. Produit Intérieur Brut (PIB) : le PIB mesuré en parité de pouvoir d'achat, ou par habitant en dollars courants, augmente de manière significative depuis 2003. Concernant la période 2011-2014, une croissance significative du PIB est observée, soutenue, essentiellement, par les revenus des hydrocarbures ainsi que par les investissements publics. En 2015 et en 2016, il a baissé en raison de l'impact négatif de la chute des prix des hydrocarbures. En 2020, le pays a connu une récession due à la crise du Covid-19 et du HIRAK avant de rebondir les années suivantes suite à la hausse du prix des hydrocarbures.

Les indicateurs économiques revêtent une importance cruciale dans l'étude de la thématique de "Gouvernance du mix énergétique en Algérie" pour plusieurs raisons :

Les décisions liées à la gouvernance du mix énergétique peuvent avoir des répercussions directes sur les finances publiques. La compréhension des indicateurs économiques, tels que les recettes et les dépenses gouvernementales, permet d'évaluer la viabilité financière des politiques énergétiques.

Le mix énergétique d'un pays peut influencer sa compétitivité économique. La disponibilité d'une énergie abordable et fiable peut impacter les coûts de production dans divers secteurs, ce qui a des répercussions sur la compétitivité des entreprises nationales sur les marchés internationaux.

Les indicateurs économiques aident à évaluer la capacité d'un pays à mobiliser des investissements pour développer et moderniser ses infrastructures énergétiques. Cela inclut la construction de nouvelles centrales, l'expansion des réseaux de distribution, et l'intégration de sources d'énergie renouvelable.

2-1 Produit Intérieur Brut

L'évolution du PIB reflète la croissance économique d'un pays. Dans le contexte de la gouvernance énergétique, une croissance économique stable peut influencer les ressources

financières disponibles pour investir dans des infrastructures énergétiques durables, des technologies propres et des programmes de transition énergétique.

L'évolution du PIB est un indicateur essentiel pour évaluer la viabilité économique et financière des initiatives de gouvernance du mix énergétique en Algérie. Elle offre des perspectives cruciales pour la planification stratégique et la mise en œuvre de politiques qui favorisent une transition énergétique réussie.

Tableau 1 : Evolution du PIB en Milliards USD en Algérie.

Année	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
PIB en Milliards USD	200,25	209,02	209,76	2013,81	166,36	159,99	170,16	175,4	171,08	145	163

Source : Banque Mondiale (Avril 2022)

2-2 Répartition du PIB/hors hydrocarbures

70% pour le secteur privé et 30% pour le secteur public.

Cela suggère que la majorité de la richesse générée dans l'économie (hors hydrocarbures) provient du secteur privé, tandis que le secteur public contribue à hauteur de 30%. Cette répartition peut avoir des implications importantes en termes de politique économique, de développement, et de dynamique entre les secteurs privés et public dans le pays en question.

2-3 Réserves de changes

L'évolution des réserves de changes donne des indications sur la manière dont le pays gère ces fluctuations et sur sa capacité à maintenir la stabilité économique.

Les décisions relatives à la politique énergétique et à la diversification du mix énergétique peuvent être influencées par la situation financière du pays. Si les réserves de changes sont abondantes, cela peut faciliter les investissements dans des projets innovants et durables. En revanche, des réserves limitées pourraient nécessiter une planification plus prudente et des partenariats stratégiques.

Tableau 2 : Evolution des Réserves de changes en Algérie.

Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022*
Réserves de changes (milliards USD)	204,9	216,6	178	144	114,1	97,33	82,12	62,76	48,17	44,72	54,6
Réserves de changes en % du PIB	99%	101%	84%	87%	72%	58%	44%	36%	33%	27%	33%

Source : Banque d'Algérie, rapport annuel

2-4 Réserves d'or

L'Algérie dispose de 173,6 Tonnes (5,12% des réserves mondiales) (Source : World gold Council 2022).

Les réserves d'or pourraient potentiellement être utilisées comme garantie ou comme source de financement pour des projets d'infrastructures énergétiques à grande échelle, tels que la construction de centrales électriques, l'expansion des réseaux, ou le développement de nouvelles sources d'énergie.

Les réserves d'or peuvent également jouer un rôle dans les relations économiques internationales d'un pays. Elles pourraient influencer la confiance des partenaires commerciaux et des investisseurs, ce qui pourrait avoir des répercussions sur la capacité d'un pays à attirer des financements pour des projets énergétiques.

2-5 Croissance

Le rythme de croissance globale de l'économie algérienne est appréciable sur la période avec cependant ralentissement à partir de l'année 2015 suite à la chute des prix des hydrocarbures. Le taux de croissance de 3,3% du PIB observé en 2016, est passé à 1,0% en 2019. L'économie Algérienne a connu une contraction de -5,1% en 2020 suite à la crise du Covid-19 et du HIRAK avant de rebondir avec une croissance de 3,5% en 2021 puis à 4,7% en 2022 suite à la hausse du prix des hydrocarbures durant cette période, selon les estimations selon les chiffres de la Banque Mondiale.

Tableau 3 : Evolution du taux de croissance en Algérie.

Année	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022*
Taux de croissance	2,82	3,3	2,8	3,8	3,7	3,3	1,3	1,1	1,0	-5,1	3,5	4,7

Source : Banque Mondiale pour 2011 à 2022

2-6 Part des hydrocarbures

45% du PIB, 87,9% des recettes en devises (41,74 milliards USD en 2021).

La forte contribution des hydrocarbures au PIB indique une dépendance économique significative de l'Algérie à l'égard de ce secteur. Cela souligne la nécessité d'une diversification économique pour réduire la vulnérabilité aux fluctuations des prix du pétrole et du gaz sur les marchés mondiaux.

La connaissance de cette proportion met en lumière la nécessité d'une diversification du mix énergétique et de l'économie en général. Diversifier les sources de revenus et les secteurs d'activité réduit la dépendance aux hydrocarbures et renforce la résilience économique.

2-7 Fiscalité pétrolière

En Algérie la fiscalité pétrolière représente environ 40% du total des recettes budgétaires de l'Etat (une estimation de 5.328milliards de dinars en 2021).

La dépendance économique à l'égard des revenus pétroliers peut influencer les décisions politiques et économiques liées à la diversification du mix énergétique. Une compréhension approfondie de la fiscalité pétrolière permet d'analyser comment cette dépendance peut affecter la volonté et la capacité du gouvernement à investir dans des sources d'énergie alternatives.

La fiscalité pétrolière est étroitement liée aux politiques de subventions énergétiques. Comprendre ces liens permet d'évaluer comment les subventions aux carburants fossiles peuvent influencer les choix énergétiques et la transition vers des sources d'énergie plus durables.

La transparence dans la fiscalité pétrolière est essentielle pour assurer une gouvernance responsable et la reddition de comptes. Comprendre les mécanismes fiscaux permet d'évaluer la transparence et de demander des comptes quant à l'utilisation des revenus pétroliers.

2-8 Solde compte courant

L'évolution du solde du compte courant a des implications directes sur les ressources financières du pays. Un solde positif peut offrir des moyens financiers pour investir dans la diversification du mix énergétique, le développement des énergies renouvelables, et la mise en place d'infrastructures durables.

Le solde du compte courant influence la capacité d'un pays à importer des technologies liées aux énergies renouvelables et à l'efficacité énergétique. Une situation économique stable peut favoriser l'acquisition de technologies nécessaires à la transition vers un mix énergétique plus diversifié.

La stabilité du solde du compte courant est souvent liée à la stabilité macroéconomique. Une gestion appropriée de cet indicateur contribue à maintenir la confiance des investisseurs et à assurer une base solide pour la mise en œuvre de politiques énergétiques durables.

Comprendre l'évolution du solde du compte courant permet d'évaluer la résilience de l'économie algérienne face aux chocs externes, tels que les fluctuations des prix des hydrocarbures sur le marché mondial.

Tableau 4 : Evolution du solde compte courant en Algérie.

Année	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
En milliards USD	17,77	12,30	0,83	-9,28	-27,29	-26,22	-22,07	-16,71	-17,11	-18,88	-4,67

Source : Rapport Banque d'Algérie –Mars 2020 pour 2011 à 2019
Banque Mondiale pour 2020 et 2021

2-9 Balance Commerciale

La balance commerciale reflète la différence entre les exportations et les importations d'un pays. L'Algérie dépend fortement des exportations d'hydrocarbures, principalement de pétrole et de gaz naturel, pour ses recettes d'exportation. L'évolution de la Balance Commerciale est directement liée à la performance du secteur énergétique, qui joue un rôle central dans le mix énergétique du pays.

Les fluctuations des prix du pétrole sur les marchés internationaux peuvent avoir un impact direct sur la Balance Commerciale de l'Algérie. La diversification du mix énergétique peut contribuer à réduire la vulnérabilité aux variations des prix du pétrole en développant des sources d'énergie plus stables et durables.

Tableau 5 : Evolution de la Balance Commerciale en Algérie.

Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
En Milliards USD	18,20	9,88	0,46	-18,08	-20,13	-14,11	-7,46	-9,64	-10,51	1,5

Source : Banque d'Algérie – Décembre 2021

2-10 Volume Global des échanges

Les échanges commerciaux jouent un rôle crucial dans l'économie d'un pays. En comprenant l'évolution du volume des échanges, on peut évaluer la dépendance économique de l'Algérie vis-à-vis des marchés internationaux, notamment en ce qui concerne les ressources énergétiques et les revenus générés par leur exportation.

La connaissance de l'évolution des échanges commerciaux permet d'évaluer les politiques d'importation et d'exportation en place. Cela inclut les barrières tarifaires, les incitations fiscales et les accords commerciaux qui peuvent avoir un impact sur la mise en œuvre de nouvelles technologies et pratiques dans le domaine énergétique.

Tableau 6 : Evolution du Volume Global des Echanges en Algérie.

Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Importations en milliards USD	38,89	54,99	60,13	52,65	49,44	44,9	48,57	44,63	26,74	37,6
Exportation en milliards USD	57,09	64,87	59,67	34,57	29,31	34,6	41,11	34,99	16,24	39,2

Source : Ministère des finances – Décembre 2021

Les exportations des hydrocarbures demeurent la source la plus importante de revenu de l'économie algérienne, couvrant ainsi toutes les importations du pays.

2-11 Inflation

La gestion du mix énergétique est étroitement liée à la stabilité économique d'un pays. L'inflation

peut être un indicateur de la santé économique globale. Des taux d'inflation élevés peuvent indiquer des déséquilibres macroéconomiques qui pourraient affecter la mise en œuvre de politiques énergétiques durables.

La transition vers un mix énergétique plus durable nécessite souvent des investissements importants dans les énergies renouvelables. L'inflation peut influencer la disponibilité des ressources financières et avoir des répercussions sur la capacité du gouvernement à financer ces investissements.

La gouvernance du mix énergétique nécessite une planification à long terme. Des taux d'inflation élevés peuvent rendre difficile la mise en œuvre de politiques énergétiques à long terme, car elles peuvent entraîner des incertitudes économiques et financières.

Tableau 7 : Evolution du taux d'Inflation en Algérie.

Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Taux d'inflation en	8,9	3,3	2,9	4,8	6,4	5,6	3,5	4,3	1,9	2,4	9,4*

Source : Ministère des finances Algérien – – 2011 à 2021

* Taux en juillet 2022 sur un an – ONS

2-12 Chômage

Le taux de chômage est un indicateur clé de la santé économique d'un pays. Une hausse du chômage peut indiquer des difficultés économiques, tandis qu'une baisse peut refléter une économie plus dynamique. Dans le contexte de la gouvernance du mix énergétique, la situation du marché du travail peut influencer les décisions et politiques visant à stimuler la croissance économique par le biais de l'énergie.

En cas de fluctuations dans les prix des hydrocarbures, cela peut avoir un impact direct sur le budget de l'État et, par conséquent, sur l'emploi. La diversification de l'économie, y compris à travers la transition énergétique, peut être motivée par la nécessité de créer des emplois dans des secteurs non liés aux hydrocarbures.

L'évolution du taux de chômage en Algérie est essentielle pour contextualiser la gouvernance du mix énergétique. Elle offre des informations cruciales sur la dynamique économique du pays, les besoins d'emploi, et les considérations sociales qui peuvent influencer la mise en œuvre de politiques énergétiques durables et équitables.

Tableau 8 : Evolution du Taux de Chômage en Algérie.

Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021*
Taux de chômage	11	9,8	10,6	11,2	10,5	11,7	11,8	12,8	12,8	12

Source : Banque Mondiale – Décembre 2021

2-13 Dette extérieure

Encours de la dette extérieure : L'Algérie a remboursé la quasi-totalité de sa dette extérieure devenant ainsi le pays le moins endetté des 20 pays de la région MENA (Moyen-Orient et Afrique du Nord) avec une dette globale (Long moyen et court terme) de 3,1 Milliards de dollars en 2021. L'ampleur de la dette extérieure peut influencer les choix politiques en matière énergétique. Une dette importante peut restreindre la marge de manœuvre budgétaire du gouvernement, affectant ainsi sa capacité à mettre en œuvre des politiques visant la transition vers des sources d'énergie plus durables.

Un niveau élevé d'endettement peut augmenter le risque de la dette, avec des conséquences sur la capacité du pays à rembourser ses obligations financières. Cela peut influencer les priorités budgétaires et la planification à long terme dans le domaine énergétique.

Tableau 9 : L'évolution de l'encours de la dette extérieur de l'Algérie.

Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021*
Encours de la dette extérieure en Mds USD	3,67	3,40	3,74	3,02	3,85	3,99	4,01	3,84	3,74	3,18

Source : Banque d'Algérie – Décembre 2020* jusqu'à 3^{ème} trimestre 2021.

2-14 Dette publique intérieure

La dette publique intérieure peut influencer la capacité du gouvernement à mobiliser des financements pour des projets liés au mix énergétique. Une dette publique élevée peut limiter les ressources disponibles pour investir dans des infrastructures énergétiques durables.

La soutenabilité de la dette publique est essentielle pour assurer la stabilité économique à long terme. Une dette non maîtrisée peut entraîner des risques économiques qui peuvent avoir des répercussions sur la mise en œuvre de politiques énergétiques.

Une dette publique élevée peut également affecter la stabilité économique générale d'un pays. Cela pourrait influencer la confiance des investisseurs, les taux d'intérêt, et la capacité du gouvernement à maintenir des politiques économiques stables, ce qui est crucial pour attirer des investissements dans le secteur énergétique.

Tableau 10 : L'évolution de la Dette Publique intérieure en Algérie.

Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021
Dette publique intérieure en milliards de dinars	1312,2	1172,6	1230,8	2493	3410	5830	8178	9990	14260

*montant équivalent à 163.04 milliards USD estimé selon les données de la Banque Mondiale.

Source : Banque d'Algérie – Octobre 2021

2-15 Flux des investissements Directs étrangers IDE

Les IDE peuvent contribuer à la diversification du mix énergétique en introduisant des investissements dans des sources d'énergie renouvelable, des projets de conservation d'énergie, et d'autres initiatives visant à réduire la dépendance à certaines sources d'énergie spécifiques.

Les montant nous révèle également la capacité de l'Algérie à attirer les IDE.

Tableau 11 : Evolution des IDE en Algérie.

Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021*
Investissements Directs Etrangers en Millions UDS	1500	1692	1502	537	1638	1230	1466	1381	1125	870

Source : Banque Mondiale – * CNUCED

Section 3 : Production centralisée et décentralisée

La tendance de libéralisation du marché de l'électricité a favorisé l'apparition de nombreux producteurs dans les réseaux électriques de niveaux de tension inférieure. C'est nouveaux producteurs sont définis comme étant les sources d'énergie électrique alternatives de la production centralisée qui sont placées près des points de consommation et sont caractérisées par des puissances ne dépassant pas 50 MW. La production décentralisée ou dispersée se définit par opposition à la production classique (Centrales thermiques à flammes, Centrales à gaz à cycle combiné, centrale nucléaire), par unités de grosses puissances raccordées au réseau Haute Tension (HT), dont la localisation et la puissance ont fait l'objet d'une planification, et qui sont commandées de manière centralisée pour participer au contrôle de la fréquence et de la tension, et assurer un fonctionnement fiable et économique de l'ensemble du réseau.

Pendant la dernière décennie, les termes de Production Décentralisée (PD), Production Distribuée (PD), Génération d'Energie Distribuée (GED), Génération Dispersée (GD), Ressources d'Energie Distribués (RED) ont envahi la littérature scientifique, politique et économique du système électrique. La Production Décentralisée est définie comme toute source d'énergie raccordée au réseau de transport, de répartition ou distribution et qui fait partie des énergies non conventionnelles (éolienne, solaire, piles à combustible entre autres) ou conventionnelles de petite puissance < 200MW (micro-turbines à gaz, cogénération, moyen de stockage de l'énergie entre autres), hors des grandes centrales. Le terme GED s'oppose au terme « production centralisée » représentant les centrales de fortes puissances connectées au réseau de transport. L'énergie primaire utilisée par les GED est généralement renouvelable et provient des énergies : hydraulique, solaire, géothermique et thermique issue de la biomasse. Finalement, il faut retenir que la production

décentralisée est représentée non seulement par les moyens de génération d'énergie mais aussi par les moyens de stockage capables de fournir une certaine puissance. Les technologies de stockage sont variées et vont des systèmes électrochimiques aux barrages hydro-électriques en passant par les super capacités, volants d'inertie, supraconducteurs entre autres.

Cette production décentralisée se développe dans tous les pays, sur base d'unités de cogénération c'est-à-dire de soutenir la production centralisée, d'énergies renouvelables ou de production traditionnelle, installées par des producteurs indépendants 'Auto consommateurs'.

3.1. Différentes sources d'énergies

La production d'électricité est essentiellement un secteur industriel, destiné à mettre à disposition de l'ensemble des consommateurs un approvisionnement (réserve) adapté à leurs besoins en énergie électrique. La production d'électricité se fait depuis la fin du XIXe siècle à partir de différentes sources d'énergies primaires. Les premières centrales électriques fonctionnaient au bois. Aujourd'hui, la production peut se faire à partir d'énergie fossile (charbon, gaz naturel ou pétrole), d'énergie nucléaire, d'énergie hydroélectrique, d'énergie solaire, d'énergie éolienne et de biomasse.

3.1.1. Sources d'énergies non renouvelables

Une énergie non renouvelable est une source d'énergie dont l'utilisation conduit à l'épuisement des réserves à l'échelle humaine et qui ne peut pas être régénérée naturellement dans un court laps de temps.

3.1.1.1. Le pétrole

Le pétrole est une matière organique qui est composée de minuscules fragments d'animaux et plantes qui se mêlent aux sédiments. Pour que la roche en vienne à produire du pétrole, la sédimentation doit être riche en matière organique ainsi qu'en oxydation, puis il se transforme en gaz, en huile ou en pétrole durant l'enfouissement. Lorsque le pétrole sort de terre, le pétrole brut est un liquide noir et visqueux qui ne peut être utilisé tel quel. Les raffineries sont les usines dans lesquelles on distille le pétrole. Le pétrole va être chauffé jusqu'à ce que les différentes substances qui le composent se séparent les unes des autres. Les plus lourdes restent au fond de la cuve, tandis que les plus légères s'évaporent. Au fond de la cuve, on trouve les matières les plus denses qui sont transformées en bitume ou en fioul. Celles qui sont situées au-dessus sont transformées en carburants (diesel, kérosène ou essence). Enfin, le pétrole ainsi raffiné produit des gaz (Propane et Butane).

Le gaz naturel est une énergie primaire, considérée comme étant la plus propre des énergies fossile de notre époque. Il est principalement constitué de Méthane, un gaz qui se dégage des organismes vivants lorsqu'ils se décomposent. On le trouve sous terre car comme le pétrole et le charbon, il trouve son origine dans la décomposition d'animaux et de végétaux morts depuis des millions d'années.

C'est une énergie naturellement connue sous la forme gazeuse, étant incolore et inodore étant plus légère que l'air. On la trouve dans les gisements secs ou dans les gisements mixtes. "La formation du gaz naturel provient de la lente métamorphose de micro-organismes (animaux et végétaux microscopiques) qui constituent le plancton. Ces organismes, déposés au fond des océans en bordure des continents, se sont lentement incorporés aux sédiments pour constituer la roche-mère (ensemble de couches géologiques dans lesquelles se sont formés des hydrocarbures). Ces micros organismes sont sans cesse recouverts de nouveaux dépôts étant à l'abri de l'oxygène et de la lumière. Le gaz naturel n'a presque pas besoin d'être transformé, on peut l'utiliser directement pour produire de l'électricité ou du chauffage. On l'achemine à l'endroit où il sera transformé (Centrale Thermique à Gaz) par des tuyaux appelés gazoducs et méthaniers dans des bateaux.

3.1.1.2. Le charbon

Le charbon reste une énergie fossile limitée, mais avec une plus grande longévité que le pétrole ou le gaz. Le charbon se constitue à partir de la décomposition progressive des organismes durant des milliers voire des millions d'années. On le trouve généralement en Amérique du Nord et en Asie Pacifique.

3.1.1.3. Le gaz de schiste

Le gaz de schiste est une énergie fossile présente en très grande quantité dans nos sols. Son origine géologique est proche de celle du pétrole et du gaz naturel. Un mélange de matières organiques et de sédiments qui se transforme en roches-mères au cours du temps. En se métamorphosant à leur tour, les matières organiques emprisonnées dans le schiste donnent naissance à un hydrocarbure, en l'occurrence le gaz de schiste, dont la composition est riche en méthane, tout comme le gaz propane.

En effet, le schiste constitue une roche argileuse imperméable et faiblement poreuse, d'aspect feuilleté, qui se situe à une profondeur comprise entre 1 500 et 3 000 mètres. Deux types de schiste existent : le schiste argileux et le schiste métamorphique, seul le premier permettant l'exploitation de gaz, qui sera de composant différent du gaz de ville ou gaz naturel.

L'extraction de ce gaz passe par la fracturation hydraulique, qui provoque un important impact sur l'environnement dû à des fuites de méthane. C'est pourquoi de nouvelles méthodes d'exploitation

sont à l'étude, afin de pouvoir continuer de bénéficier des intéressantes propriétés de ce gaz.

3.1.1.4. L'uranium

L'uranium est un métal assez répandu dans le sous-sol de la Terre. Il est contenu dans des minerais, qui sont extraits de gisements à ciel ouvert ou en galeries souterraines. Le minerai est réduit en petits morceaux, finement broyé et soumis à des opérations chimiques pour en extraire l'uranium. Cela permet d'obtenir un uranium très concentré, sous forme d'une poudre jaune appelée yellow cake. 1 000 t de minerai donnent de 1,5 à 10 t de yellow cake, contenant 75 % d'uranium. Le yellow cake est ensuite raffiné pour le débarrasser de ses impuretés et obtenir un uranium complètement pur. L'uranium naturel est composé de d'uranium 235 et d'uranium 238 mais seul le 235 est fissile.

3.1.2. Les sources d'énergies renouvelables

Force vive de l'eau ou du vent, chaleur et rayonnement solaire, géothermie, matières organiques et des autres ressources de la biomasse, les énergies renouvelables prennent de multiples formes. Leur développement constitue un enjeu fort dans un contexte de demande croissante d'énergie, d'épuisement potentiel des ressources fossiles et de nécessité de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Les pays industrialisés se sont fixés des objectifs ambitieux au service de la transition énergétique et du développement des énergies renouvelables à l'horizon 2050.

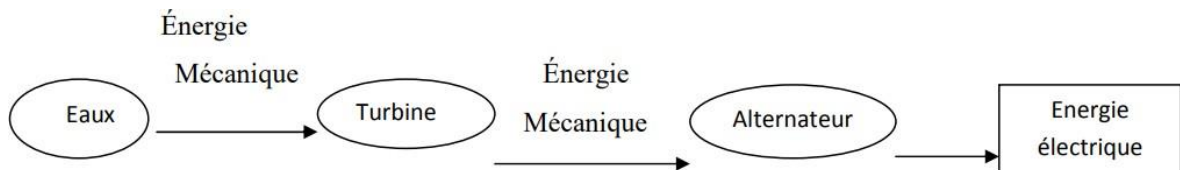
3.1.2.1. L'énergie hydro-électricité

Les installations hydrauliques utilisent l'énergie potentielle de pesanteur de l'eau. Ce sont le débit et la hauteur de la chute d'eau qui dimensionnent la puissance de l'installation. Les centrales hydroélectriques peuvent être dites « au fil de l'eau », elles privilégient alors le débit à la hauteur, ou au contraire, de type « chute d'eau » où la puissance sera d'avantage issue de la hauteur. La puissance des installations hydroélectriques varie fortement, pouvant aller de 22 GW, pour le barrage des trois gorges en Chine, à quelques kilowatts. Les installations assimilables à des GED sont appelées microcentrales hydrauliques. L'ordre de grandeur de leur puissance est de 5 MW. L'énergie provenant de la chute d'une masse d'eau est tout d'abord transformée dans une turbine hydraulique en énergie mécanique. Cette turbine entraîne un alternateur dans lequel l'énergie mécanique est transformée en énergie électrique. La puissance que l'on peut tirer d'une chute dépend non seulement de la hauteur de la chute, mais aussi de débit du cours d'eau. A cause des pertes, la puissance mécanique que l'on peut recueillir sur l'arbre de la turbine est inférieure à la puissance fournie par l'eau. Cependant, le rendement des turbines hydrauliques élevées : de l'ordre de 80 à 94 % pour les grosses unités. Dans les alternateurs, la transformation de la puissance se fait à un rendement de 97 à 98.5%.

Suivant la hauteur de la chute on distingue :

- Les centrales de haute chute : les centrales de haute chute ont des hauteurs de chute supérieures à 300m ; Elles utilisent les turbines Pelton. Ces centrales se trouvent dans les régions très montagneuses. La capacité du réservoir est relativement faible.
- Les centrales de moyenne chute : les centrales de moyenne chute ont des hauteurs comprises entre 30 et 300m ; Elles utilisent des turbines Francis. Ces centrales sont alimentées par l'eau retenue derrière un barrage construit dans le lit d'une rivière de région montagneuse. Elles comportent un réservoir de grande capacité,
- Les centrales de basse chute : les centrales de basse chute ont des hauteurs de chute inférieure à 30m, elles utilisent les turbines Kaplan ou Francis. Ces centrales sont établies sur les rivières à fort débit.

Figure 1 : Etape de fonctionnement d'une centrale hydro-électrique.



Source : Elaboré par nous même.

D'une façon générale, la puissance que l'on peut tirer d'une chute dépend non seulement de la hauteur de la chute, mais aussi de débit du cours d'eau. Le choix de l'emplacement d'une centrale hydro-électrique dépend donc de ces deux facteurs. La puissance disponible est donnée par l'équation $P=9.8QH$, P = puissance hydraulique en [KW], Q = débit en mètre cube par seconde [m^3/s] H = hauteur de la chute, en mètre [m] 9.8= coefficient tenant compte des unités. A cause des pertes, la puissance mécanique que l'on peut recueillir sur l'arbre de la turbine est inférieure à la puissance fournie par l'eau. Cependant, le rendement des turbines hydrauliques élevées : de l'ordre de 80 à 94 % pour les grosses unités. Dans les alternateurs, la transformation de la puissance se fait à un **rendement** de 97 à 98.5%.

3.1.2.2. L'énergie éolienne

Le vent fait tourner les pales, qui entraînant l'alternateur qui produit l'électricité. Une éolienne est un dispositif qui utilise la force motrice du vent. Cette force peut être utilisée mécaniquement (dans le cas d'éolienne de pompage), ou pour produire de l'électricité. On parle de parc éolien ou de ferme éolienne pour décrire les unités de productions groupées Les régions du monde où les champs

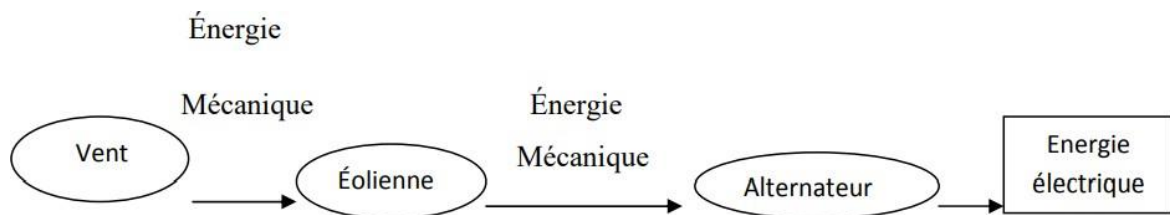
éoliens sont les plus nombreux sont le Danemark, le nord de l'Allemagne et la Californie. L'énergie qu'on peut extraire du vent est transformée en électricité, elle constitue un supplément intéressant à l'énergie de base fournie par les centrales thermiques et hydrauliques. Les sections suivantes décrivent les propriétés du vent ainsi que les technologies utilisées pour la génération d'électricité à partir de l'énergie éolienne.

Fonctionnement d'une centrale éolienne :

Une éolienne se compose essentiellement des éléments suivants :

- Un mât : permet de placer le rotor à une hauteur suffisante pour permettre son mouvement (nécessaire pour les éoliennes à axe horizontal) et/ou placer ce rotor à une hauteur lui permettant d'être entraîné par un vent plus fort et régulier au niveau du sol. Le mât abrite généralement une partie des composants électroniques (modulateur, commande, multiplicateur, générateur, etc.)
- Un rotor : composé de plusieurs pales est entraîné par l'énergie du vent, il peut être branché directement à la pompe ou plus généralement à une génératrice électrique. Le rotor est relié à la nacelle par le moyeu.
- Une nacelle : montée au sommet du mât, abritant les composantes mécaniques, pneumatique, certaines composantes électriques et électroniques, nécessaire au fonctionnement de la machine.

Figure 2 : Etapes de fonctionnement d'une centrale éolienne.



Source : Elaboré par nous-même.

Dans le cas des éoliennes produisant de l'électricité, un poste de livraison situé à proximité du parc éolien permet de relier ce parc au réseau électrique pour y injecter l'intégralité de l'énergie.

Critères du choix du site :

L'efficacité d'une éolienne dépend notamment de son emplacement. En effet, la puissance fournie augmente avec le cube de la vitesse du vent, raison pour laquelle les sites sont d'abord choisis en fonction de la vitesse et la fréquence des vents présents. Un site avec des vents d'environ 30 Km/h de moyenne sera environ huit fois plus productif qu'un autre site avec des vents de 15 Km/h de moyenne. Une éolienne fonctionne d'autant mieux que les vents sont réguliers et fréquents. Un autre critère important pour le choix du site est la constance de la vitesse et la direction du vent. En effet, en règle générale, les éoliennes sont utilisables quand la vitesse du vent supérieure à une valeur comprise entre 10 et 20 Km/h, sans toutefois atteindre des valeurs excessives qui

conduiraient à la destruction de l'éolienne ou la nécessité de la « débrayer » pour limiter l'usure. La vitesse du vent doit donc être comprise le plus souvent possible entre ses deux valeurs pour un fonctionnement optimal de l'éolienne. De même, l'axe de rotation de l'éolienne doit rester la majeure partie du temps parallèle à la direction du vent. Même avec un système performant d'orientation de la nacelle, il est donc préférable d'avoir une direction du vent la plus stable possible pour obtenir un rendement optimal. D'autres critères sont pris en compte pour le choix du site : La nature du sol, l'accessibilité et l'éloignement aux sites de distribution (virages, pente, passage de pont).

3.1.2.3. L'énergie solaire

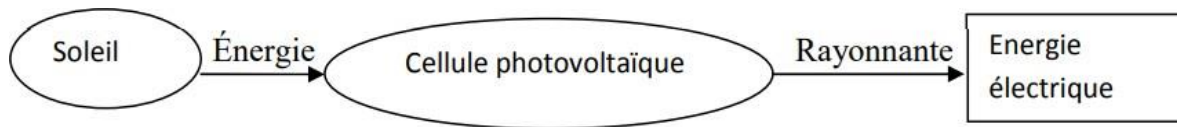
L'énergie solaire a connue récemment un développement spectaculaire avec l'apparition des cellules photovoltaïques. Elle permet de produire de l'électricité à partir de l'énergie solaire. Elle constitue aujourd'hui une excellente alternative pour alimenter des sites enclavés.

Le silicium est actuellement le matériau le plus utilisée pour fabriquer les cellules photovoltaïques. On l'obtient par réduction de silice, composé le plus abondant dans la croûte terrestre et notamment dans le sable ou le quartz. La première étape est la production de silicium dit métallurgique, pur 98% seulement, obtenu à partir de morceaux de quartz provenant de galet ou d'un gisement filonien. Le silicium de qualité photovoltaïque doit être purifié jusqu'à plus de 99,999%, ce qui s'obtient en transformant le silicium en un composé chimique qui sera distillé puis retransformé en silicium.

Le silicium est produit sous forme de barres nommées « lingots » de section ronde ou carrée. Ces lingots sont ensuite sciés en fines plaques carrées de 200 micromètre d'épaisseur qui sont appelées « Wafers ». Après un traitement d'enrichissement en élément dopant (P, As, Sb, ou B) et ainsi obtenir du silicium semi-conducteur de type P ou N, les wafers sont « métallisés » : des rubans de métal sont incrustés en surface et reliés à des contacts électriques. Une fois métallisés, les wafers sont devenus des cellules photovoltaïques.

Il est possible d'augmenter leur gamme d'utilisation avec un stockage (condensateur ou batterie). Lorsqu'elles sont utilisées avec un dispositif de stockage de l'énergie, il est indispensable de placer une diode en série pour éviter la décharge du système pendant la nuit. Elles sont utilisées pour produire de l'électricité pour de nombreuses applications (satellites, parcmètres,...), ainsi pour alimenter des habitations ou un réseau public de distribution dans le cas d'une centrale photovoltaïques.

Figure 3 : Etapes de fonctionnement d'une centrale photovoltaïque.

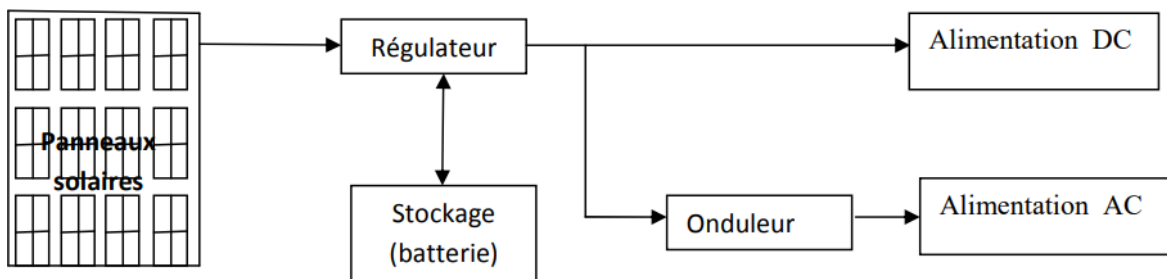


Source : Elaboré par nous-même.

Fonctionnement d'une centrale photovoltaïque :

Les cellules photovoltaïques captent la lumière des rayons de soleil pour produire un courant continu. L'énergie électrique ainsi produite est transformée en courant alternatif au moyen d'un onduleur. On mesure la puissance d'un module photovoltaïque (panneau rassemblant un nombre suffisant de cellules pour atteindre la puissance souhaitée) en watt crête : une cellule solaire de 1 WC produit environ 1 kWh d'énergie par ans dans une région comme le Nord Algérien.

Figure 4 : Schéma de principe de la production d'électricité dans des centrales photovoltaïques.



Source : Elaboré par nous-même.

3.1.2.4. L'énergie biomasse

La biomasse est la fraction biodégradable des matières organique, déchets industriels et ménagers. Elle devient source d'énergie par combustion directe à travers le bois énergie, ou par valorisation énergétique après méthanisation. En outre, La méthanisation c'est la production de biogaz grâce à la fermentation de matières organiques ou de boues de station d'épuration. La digestion de ces matières s'effectue au sein d'une cuve appelée « digesteur », « méthaniseur » ou « réacteur à biogaz ». Les matières solides ou liquides sont ensuite introduites dans la cuve, puis privées d'oxygène. Elles sont chauffées et agitées régulièrement, aux quelles sont ajoutées des bactéries pour entrainer une transformation chimique. La durée de la fermentation est de minimum 20 Jours. Résultat de la fermentation : Biogaz ' entre 40% et 70% de Méthane CH₄ ; Identique au gaz naturel extrait des gisements des hydrocarbures.

Les ressources qui composent la biomasse d'une manière générale sont :

- Les produits provenant de l'agriculture (blé, maïs, pommes de terre, betterave, canne à sucre,

colza, tournesol, soja, palme et autres)

- Produits provenant de l'élevage (graisses notamment), tous dédiés initialement du moins à l'alimentation humaine ou animale et des plantes dédiées à la culture énergétique, comme le miscanthus géant pour le bioéthanol, le switch Grass ou le colza pour le biodiesel ;
- Les coproduits et résidus de l'agriculture et de l'élevage : pailles, pulpes, drèches, tourteaux, fumier de bovins, lisier de porcs, fientes de volailles ;
- Les ressources halieutiques : produits animaux de la mer et des zones humides et leurs déchets, algues et micro algues, ces dernières promises à un grand avenir car très riches en énergie ;
- Le bois des forêts qui génère en majeure partie les ressources de bois-énergie, utilisées dans la cogénération.
- Les déchets naturels du bois et de la sylviculture (plaquettes, sciure) ainsi que ceux des industries du bois de construction (copeaux, sciure) et du bois d'emballage (cagettes, palettes, tonnellerie), à l'exception de ceux traités par des produits chimiques toxiques
- Les déchets issus des industries agro-alimentaires, des habitations et des collectivités urbaines, souvent humides ou même liquides, parmi lesquels les boues des eaux usées, les ordures ménagères et résidus organiques des déchetteries, les résidus de la distribution et des cafés-restaurants ou ceux des espaces verts.

Fonctionnement d'une centrale biomasse :

En brûlant, la biomasse dégage de la chaleur qui va chauffer de l'eau dans une chaudière. L'eau se transforme en vapeur, envoyée sous pression vers des turbines. Une partie de la vapeur est aussi récupérée pour être utilisée pour le chauffage. C'est ce que l'on appelle la cogénération.

La vapeur fait tourner une turbine qui fait à son tour fonctionner un alternateur. Grâce à l'énergie fournie par la turbine, l'alternateur produit un courant électrique alternatif. Un transformateur élève la tension du courant électrique produit par l'alternateur pour qu'il puisse être plus facilement transporté dans les lignes à moyenne et haute tension.

À la sortie de la turbine, la vapeur est à nouveau transformée en eau grâce à un condenseur dans lequel circule de l'eau froide en provenance de la mer ou d'un fleuve. L'eau ainsi obtenue est récupérée et re-circule dans la chaudière pour recommencer un autre cycle. Les fumées de combustion sont dépoussiérées grâce à des filtres et sont évacuées par des cheminées.

3.2. Avantages et inconvénients des ressources fossiles

Par essence, les sources d'énergies fossiles ne sont pas renouvelables car elles sont limitées dans le temps et dans l'espace. En effet, elles sont le fruit d'un processus de fossilisation de matières organiques, qui requiert des dizaines voire des centaines de millions d'années.

Les énergies fossiles ont beaucoup d'avantages mais aussi beaucoup d'inconvénients.

Tableau 12 : Avantages et les inconvénients des énergies fossiles

Energies	Avantages	Inconvénients
Le charbon	- C'est la seule forme d'énergie fossile qui est solide, - Il est disponible dans de nombreux pays, - Les gisements connus sont très importants, - Il permet de produire du gaz de houille et un grand nombre de produits chimiques carbonés ou hydrogènes.	- C'est une énergie non-renouvelable et très coûteuse à extraire, - C'est une énergie fossile très polluante surtout à cause de ses impuretés qui se dispersent dans l'atmosphère lors de sa combustion. - De plus, lors de sa combustion, c'est une énergie fossile qui libère beaucoup de dioxyde de carbone. Ce phénomène est à l'origine de l'accroissement de l'effet de serre.
Le pétrole	- C'est une énergie disponible sur un peu tous les continents, - Son transport est facile et peu coûteux par les bateaux, - La chimie du pétrole est très riche. En effet, grâce au pétrole, on peut obtenir des gazs tels que le méthane, le propane et le butane, des carburants tels que l'essence, le kérosène, le gazole et le fioul et des composés aromatiques, - C'est la forme d'énergie liquide la plus concentrée disponible actuellement.	- La recherche d'un nouveau gisement de pétrolier est une activité de plus en plus difficile qui est très coûteux, - Son transport est à l'origine de nombreux polluants, en particulier des "marées noires". - Comme pour le charbon, sa combustion produit du dioxyde de carbone, qui libéré dans l'atmosphère, participe à l'accroissement de l'effet de serre.
Le gaz	- C'est une énergie disponible sur tous les continents, - La forme gazeuse du gaz nécessite une extraction qui consomme peu d'énergie, - Le traitement du gaz est pratiquement nul, on peut presque le consommer sous sa forme primaire, - C'est le combustible fossile le moins polluante, qui émet le moins de dioxyde de carbone, - On peut le transporter très facilement grâce à des gazoducs, des canalisations.	- Il est dangereux car il peut devenir explosif lorsque certaines conditions de concentration et de température sont remplies, - Celui-ci est incolore et inodore. Il est donc indétectable par les sens humains, - Le gaz, est par nature, peu dense.

Source : Elaboré par nous-mêmes

3.3. Avantage et les inconvénients des énergies renouvelables

Dans l'approvisionnement énergétique de la société, il est important d'équilibrer trois facteurs : la compétitivité, la sécurité d'approvisionnement, l'environnement et le climat. Aucune source d'énergie unique n'est parfaite selon ces trois angles. Voyons ci-dessous les principaux avantages et inconvénients des différentes sources d'énergies.

Tableau 13 : Avantages et les inconvénients des énergies renouvelables

Energies	Avantages	Inconvénients
Eolien	L'énergie éolienne ne libère aucun dioxyde de carbone au cours de son cycle de vie. Il n'y a pas besoin de carburant.	Affecte le paysage environnant et cause du bruit Dépendant du vent Des coûts d'investissement énormes

L'hydraulique	-L'énergie hydroélectrique n'entraîne généralement aucun impact climatique ou environnemental. -Fournit une génération d'électricité stable et à grande échelle. -Fonctionne comme puissance de régulation. Il n'y a pas besoin de carburant. Les centrales hydroélectriques ont une longue durée de vie économique	-Les centrales hydroélectriques impliquent une ingérence majeure dans le paysage et affectent les écosystèmes. -De grands investissements sont nécessaires pour construire une centrale hydroélectrique.
Le solaire	Combinée au stockage d'énergie et aux solutions logicielles intelligentes, l'énergie solaire Une ressource illimitée, contrairement aux combustibles fossiles. Les systèmes solaires sont faciles à installer et nécessitent très peu de maintenance. Les systèmes de cellules solaires ont une longue durée de vie – environ 25 ans.	L'énergie solaire est une bataille d'énergie intermittente – la production d'électricité dépend du soleil brillant. Elle est encore coûteuse, malgré la diminution de son coût ces dernières années. La lumière du soleil varie selon l'endroit et la saison. Combinaison non réglable et faible entre la production et la demande – le soleil produit plus en été, alors que l'électricité est plus nécessaire en hiver.
La biomasse	La biomasse est une source d'énergie stable avec des actifs géographiquement bien diversifiés et peu de risques politiques. En utilisant la biomasse dans la production d'électricité au lieu des combustibles fossiles, les émissions de CO₂ sont considérablement réduites. Si la biomasse est bien manipulée, elle est neutre en carbone à long terme.	Livraison de plus grands volumes difficile à sécuriser L'utilisation de la biomasse pour produire de l'électricité est actuellement plus coûteuse que l'utilisation de sources d'énergie telles que le charbon, le gaz et l'énergie nucléaire.

Source : Réalisé par nous-même

3.4. Avantage des énergies renouvelables par rapport aux énergies fossiles

Par opposition, des sources d'énergie dont le renouvellement est plus lent que leur consommation, comme c'est le cas aujourd'hui du pétrole, n'entrent pas dans la catégorie des énergies renouvelables. Elles sont qualifiées d'énergies fossiles.

Autre avantage des énergies renouvelables sur ces énergies fossiles : leur caractère décarbonné. En effet, les énergies renouvelables ne produisent pas de dioxyde de carbone (CO₂) et leur développement peut donc nous aider à lutter contre le réchauffement climatique en réduisant les émissions de gaz à effet de serre.

En revanche, le pouvoir énergétique des énergies renouvelables est relativement disséminé. Ces énergies peuvent être intermittentes. C'est le cas du solaire et de l'éolien. Des solutions de stockage, pas toujours évidentes, doivent alors être trouvées.

Une énergie fossile est une énergie dont les réserves se sont constituées voilà très longtemps, il y a des millions d'années, par décomposition sédimentaire de matériaux organique

organiques. Des réserves, en d'autres mots, composées principalement de carbone. Et des réserves non renouvelables, car elles ne peuvent être reconstituées qu'à des échelles de temps géologiques.

Conclusion

La gouvernance du mix énergétique en Algérie se trouve à la croisée des chemins, confrontée à des défis majeurs tout en étant animée par une volonté manifeste de transition vers un avenir énergétique plus durable. Cette conclusion explore les nuances entre cette volonté de transition et la réalité complexe de la dépendance aux ressources fossiles, en se penchant sur les indicateurs économiques du pays et en examinant les perspectives de production centralisée et décentralisée.

L'Algérie, riche en ressources fossiles, est confrontée à la nécessité urgente de diversifier son mix énergétique. La volonté politique de transition vers des sources d'énergie plus durables s'exprime à travers des initiatives ambitieuses, mais elle coexiste avec une dépendance historique aux revenus issus des hydrocarbures. La diversification devient ainsi une opportunité cruciale pour atténuer les risques liés à cette dépendance et pour assurer une sécurité énergétique à long terme.

Les indicateurs économiques jouent un rôle central dans la gouvernance du mix énergétique. La fluctuation des prix du pétrole sur les marchés mondiaux impacte directement l'économie algérienne, soulignant la nécessité de diversifier les sources de revenus. Les investissements dans les énergies renouvelables et les technologies éco-efficaces peuvent stimuler la croissance économique tout en contribuant à la résilience face aux fluctuations des marchés pétroliers.

La question de la production énergétique, qu'elle soit centralisée ou décentralisée, revêt une importance stratégique. Les grandes installations traditionnelles cohabitent avec l'émergence de solutions décentralisées, notamment les énergies renouvelables distribuées. La gouvernance doit naviguer entre ces deux paradigmes, tirant parti de la stabilité des sources centralisées tout en capitalisant sur la flexibilité et la durabilité des solutions décentralisées.

En conclusion, la transition énergétique en Algérie représente bien plus qu'un simple changement de sources d'énergie ; c'est une opportunité de remodeler la dynamique économique du pays, de garantir la sécurité énergétique et nationale et de répondre aux défis environnementaux mondiaux. La gouvernance du mix énergétique doit être guidée par une vision stratégique qui transforme les menaces en opportunités, exploitant le potentiel des ressources naturelles algériennes tout en ouvrant la voie à une ère énergétique plus durable.

Introduction

Le secteur énergétique revêt une importance stratégique dans le contexte du développement durable en Algérie, tant sur le plan économique que sur celui de la préservation de l'environnement. La gouvernance du mix énergétique représente une étape cruciale pour concilier les impératifs de sécurité énergétique avec la nécessité croissante de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de promouvoir des pratiques énergétiques plus durables. Au cœur de cette transition se trouve la question essentielle du financement, où la mobilisation de ressources adéquates devient impérative pour la réalisation d'objectifs ambitieux.

Dans la première section, nous explorerons le concept du développement durable dans le contexte du mix énergétique algérien. Nous examinerons les enjeux sociaux, économiques et environnementaux qui orientent la nécessité d'une transition énergétique et la manière dont elle s'inscrit dans la vision à long terme du développement durable du pays. Cette analyse jettera les bases pour comprendre comment le financement peut être canalisé de manière à promouvoir des pratiques énergétiques plus respectueuses de l'environnement tout en contribuant à la croissance économique et à l'inclusion sociale.

La deuxième section se penchera sur les mécanismes de développement propres (MDP) en tant qu'outils de financement essentiels pour les projets verts. Nous examinerons comment ces mécanismes, qui permettent aux pays de bénéficier financièrement de la réduction de leurs émissions de gaz à effet de serre, peuvent être intégrés dans le paysage financier algérien. L'analyse inclura des études de cas sur des projets réussis ayant utilisé les MDP pour leur financement, mettant en lumière les opportunités et les défis associés à cette approche.

Dans cette troisième section, nous nous pencherons sur le rôle des investissements directs étrangers (IDE) en tant que moteur financier de la transition énergétique. Nous évaluerons comment l'attraction d'IDE peut soutenir la mise en œuvre de projets d'énergie durable en Algérie. En examinant les politiques d'investissement, les incitations et les collaborations internationales, nous explorerons comment les IDE peuvent être canalisés de manière à favoriser une transition réussie vers un mix énergétique plus diversifié et respectueux de l'environnement.

En somme, ce chapitre vise à éclairer la voie pour une gouvernance efficace du mix énergétique en Algérie en mettant l'accent sur les mécanismes de financement essentiels pour la transition énergétique et le développement durable. L'analyse approfondie de ces aspects contribuera à informer les décideurs, les chercheurs et les parties prenantes sur les stratégies financières les plus appropriées pour promouvoir une vision énergétique durable pour l'Algérie.

Section 1 : Approche au concept du développement durable

L'expression développement durable est entrée dans le langage courant, elle est intégrée dans des activités communautaires sur la planète entière. Le développement durable reprend plusieurs conditions la conservation de l'équilibre général, le respect de l'environnement, la prévention de l'épuisement des ressources naturelles, la diminution de la production des déchets et enfin rationalisation de la production et de la consommation d'énergie.

Dans cette section allons essayer de voir de plus près le concept de développement durable, définition, genèses, caractère et ses enjeux.

1-1-définition du concept de développement durable

Le terme de « sustainable développement » traduit par le développement soutenable puis le développement durable est cité pour la première fois par l'union internationale de la conservation de la nature dans son ouvrage «stratégie mondiale de la conservation». Il sera ensuite mis à l'honneur dans le rapport commandé par les nations unies à une commission présidée par Mme Harlem Brundtland en 1987, c'est donc ce rapport qui contribue à faire la notion du développement durable.

Plusieurs définitions peuvent être données au développement durable :

La définition la plus connue du développement durable est celle qui figure dans la commission de Brundtland 1987 définis « Le développement durable comme étant un développement qui satisfait les besoins des générations actuelles sans compromettre la capacité des générations futures à réaliser leurs propres besoins¹»

« Un développement est durable s'il garantit la satisfaction des besoins de la génération actuelle de tous les pays et de tous les groupes de populations, sans porter préjudice à la possibilité de générations futures de satisfaire ses besoins, et en sauvegardant la biodiversité²»

Alors que le programme des nations unies pour l'Environnement ³(PNUE) définit de sa part le développement durable comme : «le fait d'améliorer les conditions d'existences des

¹R.J.LAWRENCE «introduction au développement durable», (CUEH-université de Genève, 2007, p01 (PDF) cms.unige.ch/isdd/IMG/Introduction-ou-developpement-durable-R.-Lawrence. Consulté le 09/2019.

² Paolo Baracchini, Guide à la mise en place du management environnemental en entreprise selon ISO 14001, 3eme édition, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2007, P9

³ : KinviLogossah,«Tourisme et développement durable», Editions Publibook, 2005,P 188.

communautés humaines, tout en restant dans les limites de la capacité de charge des écosystèmes».

Pour Hösle V « pour mettre en œuvre ce consensus éthique formalisé dans le rapport Brundtland les principes de la déclaration de rio de 1992, le paradigme se conçoit comme un processus de transformation social, culturelle et économique associant, à tous les échelons de pouvoir, contrainte et régulation étatique d'un coté et soumission volontaire des acteurs privés à des normes économique ou industrielle de l'autre⁴ »

Jean Yves Martin considère que « La définition actuelle du développement durable permet de faire ressortir trois critères de durabilité : l'accessibilité de tous à l'ensemble des biens et services, le renforcement des capacités de toutes sortes et l'équité face à l'ensemble des ressources disponibles et transmissibles⁵ »

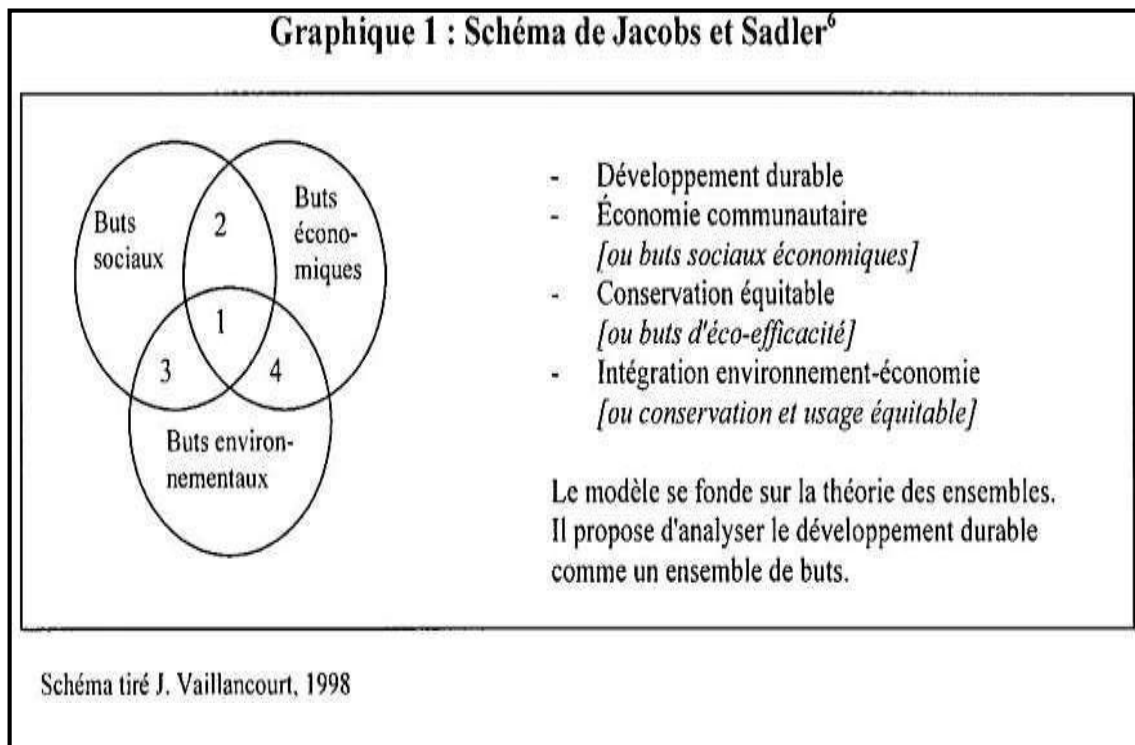
A partir de ces diverses définitions portant sur le concept de développement durable, un résumé constant s'impose. C'est ce que nous avons tenté de faire à travers l'exposé de ces trois éléments que nous considérons comme fondamentaux dans l'approche conceptuelle. Le premier point porte sur la contrainte environnementale qui revient à dire que quelle que soit l'avancée technologique, les limites de la ressource écologique doivent être respectées.

Quant au deuxième point il fait référence au principe suivant : l'objectif économique doit nécessairement voire impérativement répondre aux besoins des générations présentes et futures ; et enfin, le troisième point met l'accent sur le principe d'équité et de justice sociale en préservent les couche sociales les plus démunies.

⁴Hösle Vittorio, «philosophie de la crise écologique» Ed : Payot et rivages, 2011, p 143-144.

⁵ Jean Yves Martin, op.cit., P75

Figure 5 : Modèle définissant le développement durable selon sadler et Jacobs



1-2- Historique de développement durable

Le concept de développement durable a été forgé dès la fin des années 1960 dans le contexte d'un accroissement des inégalités économiques mondiales et d'une prise de conscience des conséquences des activités humaines de production et de consommation sur les ressources ou épuisement de ces dernières.

De ce fait il nous est apparu plus convenable de retracer un bref historique à travers quelque étape significative dans l'évolution de la pensée durable dans le monde. En voici quelque jalon majeur :

- **1965** : L'UNSECO organise une conférence sur la biosphère. Michèle bâtisse crée des réserves ou se pratique le vrai développement durable (programme international Man & Biosphère MAB précurseur du concept de développement durable)
- **1968** : création du club de Rome regroupant quelques personnalités occupant des postes relativement importants dans leurs pays respectifs et souhaitant que la recherche s'empare du problème de l'évolution du monde pris dans sa globalité pour tenter de cerner les limites de la croissance économique suite à la croissance effrénée des Trente Glorieuses (Les Trente Glorieuses désignent la période de forte croissance économique)

et d'amélioration des conditions de vie qu'ont connue la grande majorité des pays développés entre 1946 et 1975).

- **1972** : la première conférence des Nations unies (1^{er} sommet de la terre) sur l'environnement humaine a été tenue à STOCKHOLM aboutissant à la création du programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE).

Dans le cas de l'Algérie, l'intérêt pour les problèmes de l'environnement s'est manifesté par la participation à cette dernière sous l'égide : L'Environnement est un problème planétaire ; toute politique à long terme n'est envisageable que dans un contexte international.

- **1980** : L'union internationale pour la conservation⁶ de la nature publie un rapport intitulé La stratégie mondiale pour la conservation ¹ où apparaît pour la première fois la notion de développement durable, traduite de l'anglais «sustainable développement».
- **1987** : Commission mondiale de L'ONU pour l'environnement et le développement. Il apparaît ensuite une certaine controverse entre la volonté de développement économique et la nécessité de protection de l'environnement.

Ces deux préoccupations essentielles connaissent un rapprochement notable au cours des années 80. Ce dernier est concrétisé en 1987 par la commission mondiale pour l'environnement et le développement des Nations unies qui consigne alors un rapport intitulé «notre futur commun», appelé également rapport Brundtland, du nom de la présidente de la commission, rapport dans lequel est proposée la définition suivante du développement durable : «le développement durable est un développement qui répond aux besoins présents sans compromettre la capacité des générations futures à leurs propres besoins⁷»

Cette formulation a dès lors servi de référence «universelle» dans les milieux professionnels concernés d'abord et auprès du grand public par la suite.

La définition de la commission mondiale est interprétée comme suit par le gouvernement algérien dans le SDRADDT : «cette définition se fonde sur une orientation éthique et philosophique. La responsabilité par rapport à l'avenir, fondée sur l'équité entre générations et régions du monde, doit remplacer un droit global de

⁶ Ouvrage publié par le WWF, l'Union internationale pour la conservation de la nature et le Programme des Nations unies pour le développement, voir Gérard Granier, Yvette Veyret, Développement durable. Quels enjeux géographiques ?, dossier no 8053, Paris, La Documentation française, 3e trimestre 2006, (ISSN 0419-5361), page 2.

⁷ Gro Harlem Brundtland, «Rapport de la commission mondiale sur l'environnement et le développement de L'ONU, Notre avenir à tous », Editions Lambda, adéquations, avril 1987, p1.
<https://fr.wikipedia.org/wiki/GroHarlemBrundtland>. Consulté le 06/09/2019.

disposer du futur. Car le développement durable présuppose de satisfaire les besoins fondamentaux de tous les êtres humains qui vivent maintenant et vivront dans le futur, et cela dans des conditions dignes et équitables. En ratifiant les documents de la conférence de Rio, la communauté des nations, dont l'Algérie, a reconnu que ce principe de responsabilité face à l'avenir constitue une idée directrice obligatoire⁸ ». Sauf que cela c'est limité à un stade purement théorique.

- **1992 (3 au 14 juin) :** troisième conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement (sommet de la Terre), à Rio de Janeiro. Consécration du terme "développement durable", le concept commence à être largement médiatisé devant le grand public. Adoption de la «Convention de Rio⁹» et naissance de l'Agenda 21¹⁰. La définition Brundtland, axée prioritairement sur la préservation de l'environnement et la consommation prudente des ressources naturelles non renouvelables, sera modifiée par la définition des « trois piliers » qui doivent être conciliés dans une perspective de développement durable : le progrès économique, la justice sociale, et la préservation de l'environnement.

Dans la déclaration de Rio, une place importante a été donnée, au principe d'intégration des Etats à la problématique de la durabilité ; «le premier grand principe du paradigme est celui de l'intégration, il implique pour les Etats d'intégrer les problématiques environnementales et sociales dans l'ensemble de leurs politiques publiques¹¹».

Pour l'économiste Jean-Marc GUILLEMEA «l'humanité se trouve à un moment crucial de son histoire. Nous assistons actuellement à la perpétuation des disparités entre les nations et à l'intérieur des nations, à une aggravation de la pauvreté, de la faim, de l'état de santé et de l'analphabétisme, et à la détérioration continue des écosystèmes dont nous sommes tributaires pour notre bien-être. Mais si nous intégrons les questions d'environnement et de développement et si nous accordons une plus grande attention à ces questions, nous pourrions satisfaire les besoins fondamentaux, améliorer le niveau de

⁸ Sylvie ALEXANDRE, Philippe SCHMIT, «le futur schéma régional d'aménagement et de développement durable du territoire : un schéma régional intégrateur?», Décembre 2014, p 49. www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/154000088.pdf. Consulté août 2019.

⁹ Plus connue sous le nom de conférence de Rio, la Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement (CNUED), qui se déroule à Rio de Janeiro (Brésil) en juin 1992 et réunit les représentants de 172 pays, marque une prise de conscience de la nécessité de gérer les questions environnementales à l'échelle planétaire afin d'assurer le développement durable de l'humanité.

¹⁰ Agenda 21 est un programme destiné à lutter contre la pauvreté, à modifier le mode de consommation, pour un seul objectif : respecter l'environnement. Il est constitué de 2500 recommandations.

¹¹ PNUD (le programme des Nations unies pour le développement), «RAPPORT SUR L'ECONOMIE CREATIVE, ELARGIR LES VOIES DU DEVELOPPEMENT LOCAL», EDITION SPECIALE, Etats-Unis, 2013, p 170 www.unesco.org/culture/pdf/creative-economy-report-2013-fr.pdf. Le 15/09/2019.

vie pour tous, mieux protéger et mieux gérer les écosystèmes et assurer un avenir plus sûr et plus prospère. Aucun pays ne saurait réaliser tout cela à lui seul, mais la tâche est possible si nous œuvrons tous ensemble dans le cadre d'un partenariat mondial pour le développement durable¹²».

C'est également à Rio qu'est développée la conception tridimensionnelle du développement durable, qui englobe l'économie, la société et l'environnement que d'autres économistes ont essayé de modéliser.

- **1997** : C'est une réunion qui s'est tenue au Japon appelé Le protocole de Kyoto, sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES¹³), causant le changement climatique. 161 pays y ont participé, ils ont signé une convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC).

Dix ans avant, il y a eu le protocole de Montréal en 1987, sur la réduction des substances nocives à la couche d'ozone, le but de ce protocole, est de parvenir à un «Mécanisme de développement propre¹⁴ ».

Les participants décident de réduire les émissions de GES de 5,2%, entre 2008-2012. Ainsi « l'Union européenne et la Suisse doivent réduire leurs émissions de 8%, le Canada de 6%, les Etats Unies de 7% tandis que la Chine, deuxième pollueur du monde, est exempt¹⁵ ».

L'Europe est parmi les pays qui ont décidé d'adopter ce protocole, pour cela elle a réduit les émissions de GES de « 15% en 2010 »¹⁶. Quant aux USA, ils refusent pleinement de coopérer, or ils sont responsables de « 1/4 des émissions mondiales de gaz »¹⁷, ainsi G.W.BUSH a retiré sa signature.

« Heureusement le 16 juillet 2001 à Bonn, la sixième conférence des parties signataires de la convention de Rio a eu lieu, comme le signale A. Bonduelle (2001) l'accord de Kyoto a survécu grâce à la conférence de Bonn¹⁸».

- **2002** : Sommet mondial de la terre a été tenu à Johannesburg. Lors de cette conférence, la notion de développement durable se concrétise par un plan d'action, pour modifier le mode de production et de consommation.

¹² Beat Burgenmeier, «politiques économiques du développement durable», Edition 1^{re} édition : format, août, 2008, p 240.

¹³Le GES est constitué de : CO₂, CH₄ (méthane), NO₂ (l'oxyde nitreux), HFC (Hydrofluorocarbure), PFC (Hydrocarbures perfluorés), SF₆ (Hexafluorure de soufre).

¹⁴ propre PAULET (J.P), le développement durable, ellipses, Paris, 2005, p.24.

¹⁵ PAULET (J.P), le développement durable, ellipses, Paris, 2005, p.24.

¹⁶ PAULET (J.P), le développement durable, ellipses, Paris, 2005, p.24.

¹⁷ Ibid. p.25.

¹⁸ PAULET (J.P), le développement durable, ellipses, Paris, 2005, p.25.

Les piliers de la stratégie 2002 sont les suivants¹⁹ :

1. La recherche d'un équilibre entre les aspirations économiques, sociales et environnementales
 2. Une conception d'ensemble regroupant tous les domaines politiques ;
 3. La définition de mesures pragmatiques ;
 4. L'association des cantons, des communes, de société civile et du secteur privé à cette stratégie.
- **2005** : Entrée en vigueur du protocole de Kyoto sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans l'Union européenne par la création de la charte de l'environnement. Le protocole de Kyoto prend fin en 2012.

La conférence de Stockholm 1972 sur l'environnement et celle de Rio 1992 sur l'environnement et le développement, ont réussi à conjuguer l'environnement et le développement. Leur but est de réaliser un développement durable, qui a pour objectif de consommer et d'utiliser les ressources naturelles d'une manière rationnelle, pour permettre sa régénération et les léguer aux générations futures. Ainsi le développement durable favorise la conciliation du développement et de l'environnement.

Les dates clés du développement durable sont données par le tableau 14.

¹⁹ OUKRID (A.) mémoire de licence « entreprise-environnement : enjeux d'un développement durable », UAMB, 2005, p.7.

Tableau 14 : Les dates clés du développement durable²⁰

1972	Sommet des Nations Unies sur l'homme et l'environnement. Un état critique de la planète est dressé et certains scientifiques vont jusqu'à recommander un arrêt de la croissance économique.
1987	Publication du rapport « Notre avenir à tous » de la commission des Nations Unies pour l'Environnement et le Développement présidé par Mme Harlem Brundtland.
1989	Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontaliers de produits toxiques.
1992	Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement à Rio.
1995	Adoption du protocole de Carthagène sur les préventions des risques biotechnologiques.
1996	Sommet des villes à Istanbul reconnaît le droit au logement comme partie intégrante des droits de l'homme.
1997	Adoption du protocole de Kyoto sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre.
2000	Adoption par les Nations Unies d'une déclaration sur les objectifs du millénaire pour le développement (OMD).
2002	Sommet mondial de la terre, Rio+10 à Johannesburg. La déclaration de Johannesburg met en avant la nécessité de modifier les modes de production et de consommation. Sommet mondial du développement durable.
2005	Entrée en vigueur du protocole de Kyoto en Europe.
2007	Conférence de Bali sur le changement climatique.
2009	Protocole post-Kyoto sur la réduction des émissions de GES.

Source : Elaboré par nous-mêmes

1-3-Les caractéristiques et les enjeux du développement durable

1-3-1-Les caractéristiques du développement durable

Beat BURGENMEIER résume les caractéristiques principales du développement durable comme suit²¹ :

- **Une approche mondiale** : Le DD est un modèle qui considère que la dégradation de l'environnement est un problème planétaire qui concerne, à la fois, le Nord et le Sud. Cependant, l'adoption du DD au niveau des deux pôles diffère. Au nord, la limitation des déchets et des agents polluants tels que le CO₂, CFC... est prioritaire, tandis qu'au Sud on se focalise sur la maîtrise de la croissance démographique qui représente, selon

²⁰Source: JAUNOT(A), 100 questions pour comprendre à agir, Afnor, Paris, 2004, p11.modifié par nous même.

²¹Beat Burgenmeier, Economie du développement durable, 2eme édition, De Boeck, 2005, p.3.

l'expérience de l'Occident, un facteur principal d'accroissement de déchets et de la pollution.

- **Un développement économique** : le changement qualitatif du sentier de la croissance nécessite un changement de la structure, de la production et de la consommation. Dans une optique économique, ce changement qui cherche l'efficacité économique est obtenu par la prise en compte de tous les coûts, par le progrès technique et le changement des préférences des consommateurs.
- **Une gestion écologique** : Le DD représente une nouvelle aire de responsabilité écologique mondiale qui cherche à maintenir l'équilibre naturel de la planète, ainsi qu'atténuer l'irréversibilité de certaines actions polluantes commises dans le passé. Cette nouvelle vision se base sur la gestion rationnelle du capital naturel afin de permettre aux générations futures de satisfaire leurs besoins. Entre promotion des bioproduits, recyclage des déchets, préservation de la biodiversité ou encore la diminution des rejets liquides et gazeux générés par l'activité économique. Cette dimension est considérée comme l'axe principal du modèle du développement durable.
- **Une révolution sociale** : La croissance économique traditionnelle a engendré un clivage social entre le Nord et le Sud, ainsi qu'un problème des inégalités sociales au sein de la même société. Le DD a pris en compte ce facteur en considérant que la liberté du choix économique individuel non contraint par la pollution, la famine et l'ignorance comme étant la condition indispensable pour le bon fonctionnement des marchés. La lutte contre la pauvreté reste un des principaux aspects de la dimension sociale du développement durable.

1-3-2-Les enjeux du développement durable

Le rapport Brundtland en 1987 définit le développement durable comme « un développement qui répond aux besoins du présent l'échelon sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs ».

Le développement durable doit être à la fois économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement tolérable. Le social doit être un objectif, l'économie un moyen et l'environnement une condition.

Le développement est « durable » s'il est conçu de manière à en assurer la pérennité du bénéfice pour les générations futures.

Qu'ils soient économiques, sociaux ou environnementaux, les problématiques soulevées par le développement durable sont multiples. La première étape avant d'entreprendre une

démarche de développement durable, consiste à bien en saisir tous les défis. Acquérir une vision à 360° des enjeux est essentiel pour identifier les meilleures pistes d'actions.

1-3-2-1 Les enjeux environnementaux du développement durable

Les ressources naturelles ne sont pas infinies. La faune, la flore, l'eau, l'air et les sols, indispensables à notre survie, sont en voie de dégradation. Ce constat de rareté et de finitude des ressources naturelles se traduit par la nécessité de protéger ces grands équilibres écologiques pour préserver nos sociétés et la vie sur Terre. Parmi les principaux enjeux environnementaux, les thématiques suivantes ont été identifiées :

- **Economiser et préserver les ressources naturelles**
 - Utiliser de façon optimale et efficace les ressources naturelles ;
 - Veiller à limiter le gaspillage (énergie, eau, matériaux, alimentation...)
 - Privilégier l'utilisation de ressources renouvelables (animales, végétales, minières, énergétiques, etc.) et de matériaux recyclables.
- **Protéger la biodiversité, c'est-à-dire maintenir la variété des espèces animales et végétales pour préserver les écosystèmes**
 - Epargner des espèces menacées ou en voie de disparition ;
 - Intégrer les variétés anciennes ou rares ;
 - Eviter les produits OGM, favoriser les produits issus de l'agriculture biologique, biodynamique et raisonnée.
- **Eviter les émissions de CO2 pour lutter contre le changement climatique**
 - Optimiser les transports (personnes, prestations, biens matériels) ;
 - Choisir des prestations locales (services et biens) ;
 - Favoriser l'utilisation de produits et d'espèces végétales de saison.
- **Gérer et valoriser les déchets**
 - Limiter la consommation aux quantités nécessaires ;
 - Favoriser le tri, le recyclage et la valorisation des déchets ;
 - Intégrer ces problématiques dans sa politique d'achat responsable : analyse du cycle de vie des produits, sélection de produits issus du recyclage...

1-3-2-2- Les enjeux sociaux du développement durable

C'est la capacité de notre société à assurer le bien-être de tous ses citoyens. Ce bien-être se traduit par la possibilité pour tout un chacun, d'accéder, quel que soit son niveau de vie, aux besoins essentiels : alimentation, logement, santé, accès égal au travail, sécurité,

éducation, droits de l'homme, culture et patrimoine, etc. Parmi les principaux enjeux sociaux, les thématiques suivantes ont été identifiées :

- **Lutter contre l'exclusion et les discriminations**, c'est-à-dire respecter et protéger les personnes les plus faibles (en situation de handicap, âgées, minoritaires...), donner l'accès aux droits sociaux pour tous :
 - Instaurer une politique sociale avancée : garantir de bonnes conditions de travail, favoriser la formation, intéresser les salariés ;
 - Mettre en place une politique d'aide à la réinsertion (professionnelle et/ou personnelle) ;
 - Développer des projets ciblés pour limiter les disparités : égalité Homme – Femme, nivellement des salaires.
- **Favoriser la solidarité**
 - Contribuer à la réduction des inégalités sociales par la collaboration avec des associations et/ou des projets locaux ou internationaux ;
 - Sélectionner des produits issus du commerce équitable (nord-sud et nord-nord), c'est-à-dire garantir un revenu minimal qui couvre les frais réels et le salaire de l'exploitant ;
 - Développer des relations avec des acteurs spécifiques (collectivités, associations, fournisseurs...), locaux ou internationaux, afin d'améliorer certaines particularités communes. Ex : les employés d'un hôtel donnent de leur temps de travail, pour donner des cours de soutien.
- **Contribuer au bien-être**
 - Développer le dialogue social, les remontées d'informations entre nos partenaires, nos fournisseurs, nos clients et nos salariés ;
 - Tenir compte des spécificités de chacun, en tant qu'employé et/ou client : accessibilité aux personnes à mobilité réduite, aménagement d'horaires pour les jeunes mères/pères, établissement d'une politique de mobilité...
 - Proposer des actions ayant un impact positif sur les personnes concernées : détente, cohésion, contact avec la nature, échanges facilités...
- **Valoriser les territoires**
 - Favoriser les produits et savoir-faire locaux ;
 - Préserver, partager et diffuser le patrimoine local : culturel et naturel, incluant les traditions, langues, mœurs et arts sous toutes leurs formes.

I-3-2-3 Les enjeux économiques de développement durable

Il s'agit de concilier la viabilité d'un projet, d'une organisation (performance économique) avec des principes éthiques, tels que la protection de l'environnement et la préservation du lien social. Selon ce système, le prix des biens et services doit refléter le coût environnemental et social de l'ensemble de leur cycle de vie, c'est-à-dire de l'extraction des ressources à la valorisation, en tenant compte de la fabrication, de la distribution et de l'utilisation.

Les enjeux d'une économie responsable sont nombreux, souvent liés à l'un des deux autres piliers du développement durable, l'environnement et le social, voir aux deux. Voici quelques pistes identifiées :

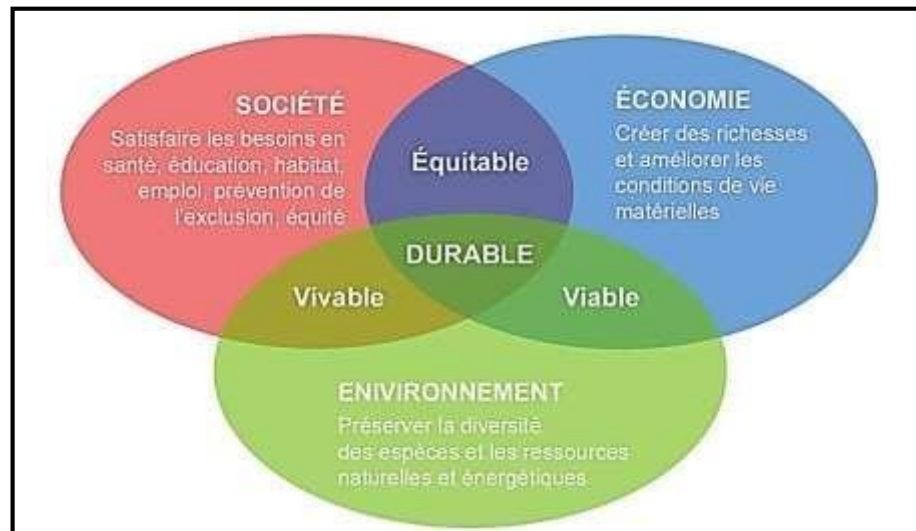
- Développer des pratiques commerciales innovantes et éthiques pour mieux répartir les bénéfices et les richesses. Ex : le commerce équitable, le microcrédit, le micro-don
- Répartir les richesses et les bénéfices de façon plus juste
- Intégrer le coût social et environnemental dans le prix des produits
- Chercher à développer le tissu économique local

▪ Faire appel à des méthodes alternatives

- Economie circulaire : réduire, récupérer, recycler, réparer au lieu de produire ;
- Economie de la fonctionnalité : payer pour un service ou pour l'usage d'un bien au lieu du bien lui-même. Ex : auto-partage, habitat collectif, location de pneu aux kilomètres parcourus, vente de l'usage des photocopieurs et de leurs services...
- Consommation collaborative ou économie du partage, dont le principe repose sur la mutualisation des ressources (compétences, temps, argent, biens) à travers de nouvelles formes d'échanges entre particuliers (partage, troc, échange, location) ainsi que les nouveaux styles de vie collaboratifs (crowdfunding, coworking, colunching..).

Ces caractéristiques principales ont conduit à définir le développement durable en termes interactifs des dimensions économique, écologique et sociale. (Figure N°6)

Figure 6 : Les piliers du développement durable²²



L'idée des Agenda 21 locaux est née et s'est développée au niveau international offrant ainsi un cadre à leur mise en œuvre par les collectivités locales. Ce cadre reste cependant très souple et fait l'objet d'interprétations diverses selon les contextes nationaux et locaux.

²²Jean-Claude Van Duysen et Stéphane Jumel, Le développement durable, L'Harmattan, Paris, 2008, P18

1.4. Développement durable et énergie

Depuis les années cinquante, le développement économique et social a toujours été synonyme d'industrialisation, de croissance, de niveau de consommation et d'urbanisation. Un Etat développé était celui qui produisait, consommait et construisait toujours plus, sans grande considération des coûts sociaux et environnementaux. A partir des années 1980, avec la fin des trente glorieuses, et suivant le processus de mondialisation, la prise de conscience des problèmes environnementaux globaux (effet de serre, trou de la couche d'ozone, pluies acides, etc) et l'enlisement des pays sous-développés, les spécialistes du développement ont été contraints de revoir cette conception économique et de penser à un développement durable équitable.

Cette nouvelle conception est devenue une préoccupation majeure de l'opinion publique, des acteurs politiques, économiques et sociaux. En effet, sans pratiques durables, la croissance économique entraîne inexorablement une dégradation excessive des ressources naturelles et humaines. Les pouvoirs publics sont donc amenés à repenser la croissance économique à court et moyen terme et les risques écologiques à long terme en vue d'un développement durable accepté et même encouragé par les différents acteurs.

Par ailleurs, le secteur de l'énergie est un autre secteur particulièrement crucial dans cette nouvelle donne. Il est en effet considéré comme un élément indissociable du développement. Par conséquent, la promotion des énergies durables entraîne des changements structurels, notamment au niveau socio-économique et en termes de la réduction des agents polluants (comme le CO₂).

1.4.1. Les engagements internationaux dans le secteur de l'énergie

Dans le respect de la déclaration de Rio de 1992, l'action n° 7E de l'Agenda 21 incite les pays développés à planifier et gérer l'énergie et à promouvoir les sources d'énergies nouvelles et renouvelables.

La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) a été établie en 1992, sans pourtant fixer d'objectifs juridiquement contraignants, un cadre général pour stabiliser les émissions de gaz à effet de serre (GES) à un niveau qui limite toute perturbation humaine dangereuse pour le système climatique. Ce traité encourage les États à développer les technologies non nuisibles pour le climat, particulièrement dans le secteur de l'énergie.

Le protocole de Kyoto de 1997 a renforcé les objectifs fixés par la CCNUCC et a fixé à ceux des États qui y souscrivent des objectifs juridiquement contraignants de réduction des émissions de GES à hauteur de 5,2 % en moyenne mondiale d'ici 2012 par rapport au niveau de 1990, notamment dans le secteur de l'énergie. L'Union européenne quant à elle s'est engagée à réduire ses émissions de 8 %.

Au titre des Objectifs du Millénaire pour le Développement, adoptés en 2000 par l'Assemblée générale des Nations-Unies, les États sont encouragés à appliquer les réductions prescrites des émissions de GES.

La 17^{ème} conférence des Nations Unies sur le climat, tenue à Durban en 2011, s'est conclue avec un accord prévoyant d'établir d'ici à 2015 un pacte global de réduction des émissions de GES. Cet accord entrera en vigueur en 2020 mais ne sera pas juridiquement contraignant, ce qui, évidemment limite sa portée. La conférence de Durban permet également de prolonger le protocole de Kyoto au-delà du 1er janvier 2013.

1.4.2. Les objectifs européens et nationaux de production d'énergies renouvelables

Le traité sur le fonctionnement de l'Union européenne (TFUE) dessine les bases juridiques nouvelles d'une politique énergétique : « La politique de l'Union dans le domaine de l'énergie vise à promouvoir l'efficacité énergétique et les économies d'énergie ainsi que le développement des énergies nouvelles et renouvelables »²³

La conception dualiste « énergie-climat » adoptée le 12 décembre 2008 par l'Union européenne définit des mesures plus ambitieuses que les traités internationaux avec trois objectifs d'ici 2020 : réduire d'au moins 20 % les émissions de GES par rapport à leur niveau de 1990, porter la part des énergies renouvelables à 20% dans la consommation énergétique totale de l'Union et finalement réaliser 20 % d'économie d'énergie.

La stratégie européenne concernant les énergies renouvelables vise aussi à simplifier les procédures administratives d'aménagement du territoire et de permis de construire. Suivant l'article 13-1 de la directive 2009/28, les États membres sont appelés à coordonner les procédures d'autorisation, de certification et d'octroi de licences, notamment en ce qui concerne les demandes de permis d'aménagement et de construction. Les États membres doivent aussi s'assurer dans leurs réglementations et leurs codes en matière de construction de

²³Article 194-§ 1-c du Le traité sur le fonctionnement de l'Union européenne(TFUE).

mesures appropriées pour favoriser la part de tous les types d'énergie provenant de sources renouvelables dans le secteur de la construction. De nouvelles directives visant à une simplification des procédures administratives concernant les énergies renouvelables sont donc aussi à la base d'un changement juridique.

Particulièrement pour la France et concernant les départements d'outre-mer, l'article 56 de la loi Grenelle 1 n° 2009-967 fixe, pour la Guadeloupe, la Guyane, la Martinique et La Réunion, l'autonomie énergétique est envisagé dès 2030. A partir de 2020, la production d'énergies renouvelables devrait atteindre 30 % à Mayotte et 50 % dans les autres collectivités d'outre-mer, grâce à des « technologies de stockage de l'énergie et de gestion du réseau pour augmenter la part de la production d'énergie renouvelable intermittente afin de conforter l'autonomie énergétique ».

1.5.L'efficacité des énergies renouvelables dans le développement durable

Dans le processus préparatoire du Sommet de Johannesburg, et plus particulièrement pour la 9ème session de la Commission du développement durable, ces options (options énergétiques durables) ont été repensées dans une perspective plus concrète. Ainsi deux principaux problèmes adressés sont les suivants :

- La disponibilité de l'énergie en quantité et qualité suffisantes et à prix abordable, pour soutenir la croissance à long terme et répondre de façon équitable aux besoins des générations actuelles et futures ;
- L'impact sur l'environnement et la santé humaine, actuellement et dans le futur, aux niveaux local au mondial.

Un usage accru des ressources énergétiques renouvelables, une utilisation plus efficace de l'énergie, le recours aux technologies énergétiques de pointe, y compris les technologies de pointe moins polluantes que les combustibles fossiles, et l'exploitation durable des ressources énergétiques traditionnelles, qui pourraient répondre aux besoins croissants à long terme afin de réaliser le développement durable de l'économie doivent être systématiquement considérés et favorisés.

Maîtrise des consommations énergétique, décentralisation de la production, utilisation accrue des énergies renouvelables : ces éléments fondamentaux d'une nouvelle stratégie énergétique permettent de faire face à l'épuisement anticipé des réserves fossiles en en

limitant l'utilisation. Tous ont leur rôle à jouer dans une politique de développement durable ; ainsi les projets éoliens participent pleinement à cette logique.²⁴

L'utilisation des énergies renouvelables a le vent en poupe. Conjointement à la maîtrise des consommations, elle évite l'usage d'énergies fossiles polluantes et de réserve limitée, augmente l'indépendance énergétique et crée des emplois dans l'industrie.

Section 2 : Le Mécanisme du développement propre (MDP) un outil pour l'accélération de la transition énergétique

Tout a commencé par la ratification du protocole de Kyoto, le 11 septembre 1997, qui marque un tournant décisif dans la lutte internationale contre le réchauffement climatique, et plus particulièrement contre les émissions de gaz à effet de serre (GES). En 2009, 182 pays ont ratifié ce protocole. De l'acceptation ou de la ratification de ce dernier, découlait l'obligation d'atteindre en 2012 des objectifs d'émission de GES inférieurs aux niveaux d'émissions des années 1990 (la réduction d'émissions mondiales est alors planifiée à 5.2% par rapport au taux d'émissions de 1990). Contrairement à ce qui est couramment répandu, les textes du protocole de Kyoto n'introduisent cependant pas directement les mécanismes de marché à l'instar de la bourse du carbone comme solution pour réduire les émissions de GES. Ils en suggèrent toutefois le principe. En se basant sur le principe du libre échange, Kyoto introduit en effet la possibilité d'échanger des droits d'émission entre les pays signataires, et c'est précisément ce principe d'échange de droits (appelés UQA dans la législation, soit Unités de Quantités Attribuées) qui est repris par les marchés.

Les pays industrialisés, regroupés au sein de « la Convention Climat » ont pris à Kyoto des engagements quantifiés de réduction de leurs émissions de gaz à effet de serre. Pour respecter leurs engagements, les pays signataires mettront en place des dispositifs nationaux contraignants ou incitatifs pour répercuter ceux-ci sur les agents émetteurs qui s'inscrivent dans le cadre du « Système d'échange et de plafonnement des droits d'émission » (SPEDE). Les Pays en Développement ont quant à eux refusé d'assumer des objectifs de réduction de leurs émissions, de tels engagements étant perçus comme des contraintes sur leur développement futur, alors que la responsabilité historique du risque climatique incombe aux pays industrialisés. Toutefois, les experts anticipent que dans quelques décennies, les émissions de ces pays, pris globalement, atteindront un niveau équivalent à celui des pays industrialisés. Le contrôle des émissions de ces pays représente donc un enjeu majeur dès aujourd'hui pour le succès des objectifs de la Convention Climat. Et c'est bien là un enjeu essentiel qui a conduit à intégrer dans le Protocole de Kyoto le « Mécanisme de Développement Propre » destiné à aider les Pays en développement à contrôler la

Chapitre II Financement de la Transition Energétique et Développement Durable

croissance de leurs émissions futures.

À la fin de l'année 2012, 4 075 projets MDP qui représentent 2,1 milliards de tonnes équivalent CO₂ non émises dans l'atmosphère ont été enregistré. La Chine (48 % des projets), l'Inde (20 %), le Brésil (4 %) et le Mexique (3 %) sont les principaux pays hôtes des projets. Ce sont donc les pays émergents, au sein des pays en développement, qui sont les principaux bénéficiaires des projets MDP. Quant aux pays développés, ce sont le Royaume Uni (29 % des projets), la Suisse (20 %), le Japon (10 %) et les Pays-Bas (9 %) qui participent le plus au MDP. Les projets portent surtout sur les industries énergétiques (69 % des projets), le traitement et l'élimination des déchets (13 %), et les industries manufacturières (5 %).

2.1. Le fonctionnement du Mécanisme du Développement Propre (MDP)

L'objectif du MDP est d'encourager les investissements dans les pays en développement afin de favoriser le transfert de technologies respectueuses de l'environnement et de promouvoir ainsi le développement « durable ». Il s'inscrit dans cette double problématique développement-environnement.

Le MDP permet aux pays industrialisés d'investir à l'extérieur de leurs frontières, à moindre coût. Par ces investissements, ils obtiennent des « crédits carbone » qui une unité de mesure qui représente une réduction d'une tonne métrique de dioxyde de carbone (CO₂) ou de gaz à effet de serre (GES) équivalents. Il est créé lorsque des projets ou des activités réussissent à réduire les émissions de GES par rapport à un scénario de référence ou à une ligne de base préétablie. Les crédits carbones réalisés sont attribués aux investisseurs. Le MDP couvre plusieurs secteurs d'activités (énergies renouvelables, transport, agriculture, gestion des déchets ou gestion forestière). Pour recevoir un projet MDP c'est-à-dire un financement d'un projet vert, les pays doivent avoir ratifié le protocole de Kyoto et nommé une Autorité nationale désignée (AND) chargée de valider les projets. Le premier d'entre eux a été enregistré par le conseil exécutif en novembre 2004 et les premiers crédits MDP ont été générés en octobre 2005.

Pour recevoir un projet MDP, une étude rigoureuse évalue l'impact de ce projet sur le développement en amont. Les projets MDP retenus doivent remplir 3 conditions :

Le projet doit fournir un Project design document (PDD) qui est le format standard international de soumission du projet MDP. Il contient des informations sur les aspects législatifs du projet, sur les scénarios de lignes de base adoptés et sur l'impact du projet sur le développement « durable ». Le PDD doit être publié sur le site de United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

Le projet doit avoir reçu une lettre d'acceptation de l'AND pour sa mise en oeuvre. Par ce document, le ministère péruvien de l'environnement, après consultation des acteurs locaux, confirme l'impact positif du projet MDP sur le développement de la zone.

Chapitre II Financement de la Transition Energétique et Développement Durable

Le projet doit être pris en compte dans l'étude de l'UNFCCC (2010) sur le transfert technologique.

Comme le souligne la commission européenne dans une directive d'application, les marchés du carbone ont pour objectif d'être simples, flexibles et de générer le développement de technologies plus « vertes », en plus de permettre de réduire les émissions de carbone :

« L'échange de droits d'émission est un système qui alloue des quotas aux entreprises pour leurs émissions de gaz à effet de serre en fonction des objectifs de leur gouvernement en matière d'environnement [...]. Du point de vue de l'environnement, le résultat [des échanges de droits d'émissions] est le même que si ces deux entreprises avaient épuisé leurs quotas exacts mais la différence importante réside dans le fait que tant l'entreprise acheteuse que l'entreprise vendeuse des droits ont bénéficié de la flexibilité de ce type d'échange, sans aucun inconvénient pour l'environnement. [...] De plus, la concurrence accrue que suscite parmi les entreprises le système d'échange de droits d'émission, de par leur recherche de moyens rentables en vue de réduire leurs émissions, donnera un nouvel élan à l'utilisation de technologies propres.» ²⁴

2.2. L'apport du MDP au Pérou

Particulièrement sensible aux questions environnementales compte tenu de sa vulnérabilité face au changement climatique, le Pérou a ratifié le protocole de Kyoto en septembre 2002 et s'est doté d'institutions permettant de bénéficier du MDP. Le Pérou se classe régulièrement parmi les 10 pays les plus attractifs au monde pour recevoir des projets MDP. Ainsi, le nombre de projets soumis à l'AND est en très forte progression. En 2004, le FONAM annonçait un portefeuille de 18 projets pour un investissement total de 700 millions de dollars américains (\$ US). Le FONAM (2011) répertorie à ce jour 234 projets, soit un montant total de 12,2 milliards de \$ US. Les 176 projets affiliés au secteur énergétique permettraient, à eux seuls, une réduction des émissions annuelles de 26,92 millions de tCO₂e, et un investissement de 12,13 milliards de \$ US (56,88 % des réductions proviendraient des projets hydrauliques).

2.2.1 Résultats de la contribution du MDP aux dimensions du développement « durable » au Pérou :

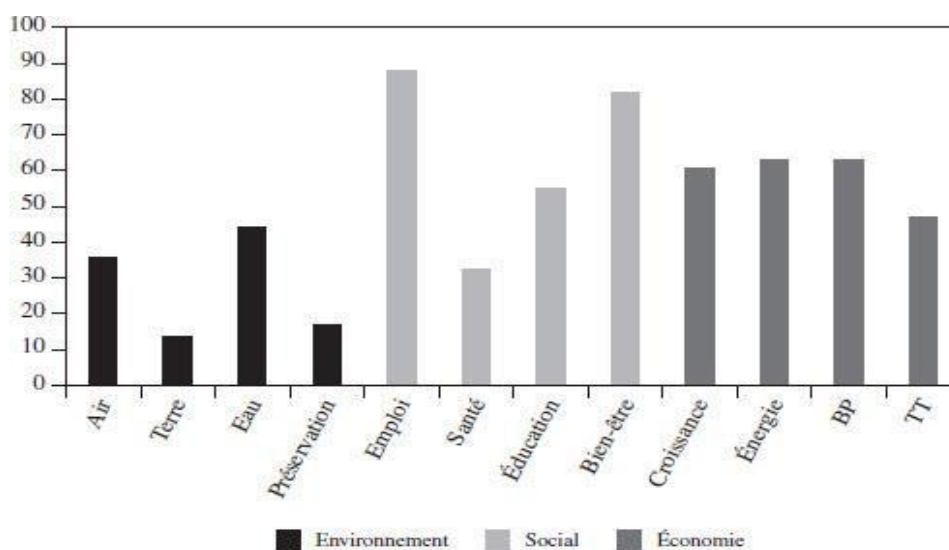
Les résultats de notre analyse, montrent que les projets MDP contribuent de manière significative aux dimensions économique et sociale du développement « durable ». Aussi, le transfert technologique semble encouragé par le MDP. Par contre, les bénéfices du MDP sur la dimension environnementale du développement « durable » sont circonscrits à quelques types de projets. Critères et indicateurs d'évaluation des bénéfices du MDP sur les dimensions du développement « durable » :

²⁴Extrait du livre vert sur l'établissement dans l'union européenne d'un système d'échange de droits d'émission des gaz à effet de serre (p.8). Le texte étant disponible à l'adresse suivante : <http://admi.net/archive/110701/eic/actu/doc/com0087.pdf>

Tableau 15 : Evaluation des bénéfices du MDP sur les dimensions du développement durable.

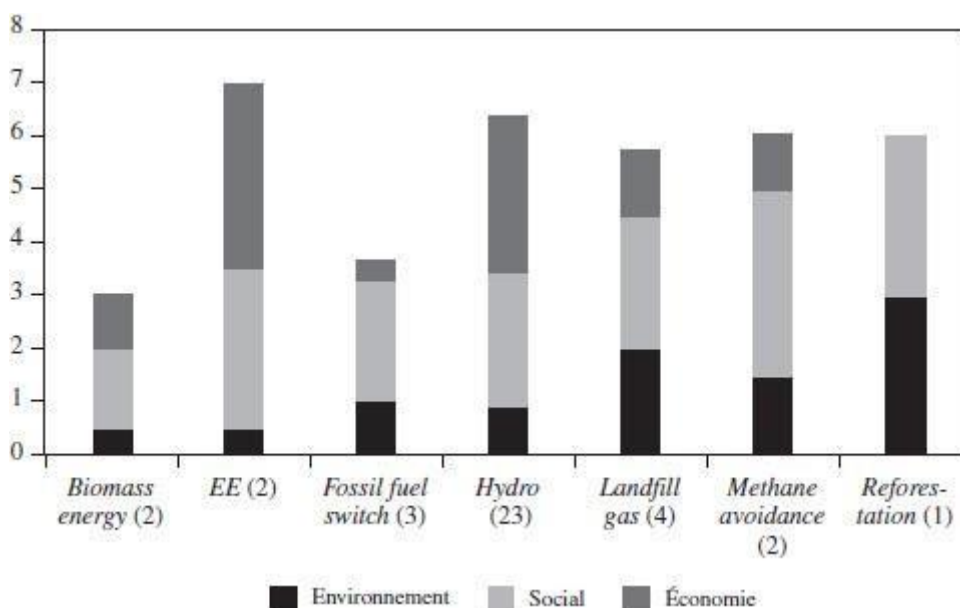
Dimensions	Critères	Indicateurs
Environnement (+4)	Air (+1)	Amélioration de la qualité de l'air, réduction des polluants hors GES (SO _x , NO _x , particules)
	Terre (+1)	Protection des sols (réduction des déchets, utilisation de fertilisants propres)
	Eau (+1)	Amélioration de la qualité et de l'accès à l'eau potable, purification des eaux destinées à l'irrigation
	Préservation (+1)	Conservation et gestion durable de la biodiversité et des ressources naturelles
Social (+4)	Emploi (+1)	Création d'emplois
	Santé (+1)	Réduction des risques sanitaires, construction de centres de santé
	Éducation (+1)	Construction d'écoles, programmes éducatifs
	Bien-être (+1)	Amélioration de la qualité de vie, redistribution de nouvelles revenus (taxes)
Économie (+4)	Transfert technologique (+1)	Transfert de connaissances et d'équipements
	Croissance (+1)	Nouvelles activités économiques, nouveaux investissements
	Énergie (+1)	Amélioration de l'accès, de la distribution et de la qualité de la production d'électricité et de chaleur
	Balance des paiements (+1)	Diminution des importations de combustibles fossiles, amélioration de l'indépendance énergétique

Figure 7 : Bénéfices des projets MDP péruviens sur le développement « durable » par critère



Note : BP : balance des paiements; TT : transfert technologique

Figure 8 : Bénéfices des projets MDP péruviens sur le développement « durable » par type (en points)



Note : EE : energy efficiency

2.2.3 La prédominance des projets hydrauliques

Le MDP représente un afflux important d'investissements sur le territoire péruvien. Sur les 37 projets étudiés, l'investissement total s'élève à 1,95 milliards de \$ US dont 90 % pour les seuls projets hydrauliques. Il est donc essentiel d'étudier la répartition de cet investissement au sein de l'économie péruvienne. Par exemple, un projet hydraulique nécessite des investissements dans les

infrastructures énergétiques (turbines) ou connexes (barrage, canal, tunnel). Les secteurs de la construction, de l'industrie et des transports vont donc recevoir la plus grande partie de ces investissements. Les créations d'emplois durant la phase de construction seront importantes, même si ces emplois seront conjoncturels. Par la suite, seuls quelques emplois permanents seront conservés. L'essor de nouvelles activités économiques sur le site sera facilité par la construction d'infrastructures (routes) et par l'amélioration des services fournis (électricité), promouvant ainsi le développement local. En effet, ces projets favoriseront la distribution, la disponibilité et la qualité de l'énergie proposée. Ils réduiront sensiblement l'importation d'énergies fossiles, c'est pourquoi une amélioration de la balance des paiements est attendue.

L'impact socioéconomique positif des projets MDP hydrauliques sur le développement « durable ». Selon les critères retenus dans notre analyse, nous pouvons considérer que ce type de projets bénéficiera à l'« emploi », à la « croissance », au « bien-être » et aux critères énergétiques (« balance des paiements » et « énergie »). Ces résultats confirment les conclusions de Olsen et Fenhann (2008) à savoir que les projets dédiés aux énergies renouvelables, dont l'hydraulique fait partie, auraient un impact significatif sur la dimension socioéconomique du développement « durable ».

2.3 La chine principale bénéficiaire des projets MDP

La Chine a été l'un des principaux bénéficiaires des projets MDP pour plusieurs raisons :

Taille de l'Économie et des Émissions : La Chine est le pays le plus peuplé du monde et possède l'une des économies les plus importantes. En raison de sa taille, la Chine émet une quantité considérable de gaz à effet de serre. Les projets MDP permettent de financer des initiatives de réduction d'émissions à grande échelle dans un pays qui contribue significativement aux émissions mondiales.

Potentiel de Réduction Élevé : En raison de son développement rapide et de la nature de son économie, la Chine a un potentiel élevé pour mettre en œuvre des projets de réduction d'émissions. Ces projets peuvent inclure des initiatives dans les secteurs de l'énergie, de l'industrie, des transports, et d'autres domaines clés.

Technologies Propres : Les projets MDP encouragent l'adoption de technologies propres et durables. La Chine a pu bénéficier de transferts de technologies et de connaissances grâce à ces projets, contribuant ainsi à moderniser son infrastructure et à développer des solutions plus respectueuses de l'environnement.

Partenariats Internationaux : La Chine a été proactive dans la recherche de partenariats internationaux pour mettre en œuvre des projets MDP. Ces partenariats impliquent souvent des investissements et des transferts de technologie en provenance de pays développés, renforçant la

Chapitre II Financement de la Transition Energétique et Développement Durable

coopération internationale dans le domaine de la réduction des émissions.

Accès aux Financements : Les projets MDP sont financés par des entreprises ou des gouvernements des pays développés sous forme de crédits carbone. La Chine a bénéficié de ces financements pour mettre en œuvre des projets qui auraient pu être coûteux sans le soutien financier international.

Engagement envers le Développement Durable : La Chine a montré un engagement envers le développement durable et la réduction des émissions. Participer aux projets MDP s'aligne avec ces objectifs et lui permet de contribuer activement à la lutte mondiale contre le changement climatique.

Section 3 : L'investissement direct étranger en Algérie

Dans cette quête pour libérer le potentiel des énergies renouvelables, l'IDE émerge comme un levier stratégique. Les investissements étrangers ne se limitent pas seulement à des injections de capitaux, mais englobent également le transfert de technologies de pointe, la mise en œuvre de bonnes pratiques environnementales et la création d'emplois locaux. Ces facteurs contribuent à créer un écosystème favorable à l'essor des énergies renouvelables en Algérie.

L'Algérie offre un environnement attractif pour les investisseurs étrangers intéressés par le secteur des énergies renouvelables. Des mécanismes incitatifs, tels que des avantages fiscaux et des garanties de stabilité juridique, sont mis en place pour favoriser les investissements durables. De plus, la vision du pays pour un mix énergétique diversifié crée des opportunités attractives pour les entreprises étrangères souhaitant contribuer à cette transition.

La transition vers les énergies renouvelables nécessite souvent une collaboration internationale et des partenariats fructueux. L'IDE facilite ces alliances, permettant le partage d'expertise, le financement conjoint de projets et le renforcement des capacités locales. Ces partenariats contribuent non seulement au développement des énergies renouvelables, mais renforcent également les liens entre l'Algérie et la communauté mondiale engagée dans la lutte contre les défis énergétiques mondiaux.

3.1 Le cadre légal

Le cadre légal est essentiel à connaître en matière d'investissement direct étranger (IDE) dans un pays pour plusieurs raisons cruciales :

Le cadre légal définit les conditions d'établissement des entreprises étrangères dans le pays. Il peut spécifier les secteurs d'activité ouverts aux investisseurs étrangers, les procédures d'enregistrement des entreprises, les exigences en matière de capital, etc.

Un cadre légal transparent facilite la compréhension des règles du jeu par les investisseurs étrangers. La transparence accrue réduit l'incertitude et encourage la confiance des investisseurs. Un cadre légal solide est souvent aligné sur les normes et les pratiques internationales, ce qui renforce l'attrait du pays pour les investisseurs étrangers et facilite son intégration dans l'économie mondiale.

3.1.1 Définition de l'investissement

Le régime applicable aux investissements réalisés dans les activités économiques de production de biens et de services est régi principalement par les dispositions de la loi n° 22-18 relative à l'investissement du 24 juillet 2022 (désignée «Loi » dans ce chapitre) ainsi que ses textes d'application.

Chapitre II Financement de la Transition Energétique et Développement Durable

La Loi prévoit en effet que sont abrogées, toutes dispositions contraires à la présente loi, notamment la loi n° 16-09 du 3 août 2016 relative à la promotion de l'investissement.

Il est également à noter que la Loi prévoit que sont maintenus les droits et avantages acquis légalement par l'investisseur, et demeurent régis par les lois sous l'empire desquelles ils ont été enregistrés et/ou déclarés, jusqu'à expiration de la durée desdits avantages.

La loi prévoit qu'entre dans son champ d'application les investissements réalisés au travers de :

- l'acquisition d'actifs matériels ou immatériels entrant directement dans les activités de production de biens et services, dans le cadre de création d'activités nouvelles, d'extension de capacités de production et/ou de la réhabilitation de l'outil de production ;
- la participation dans le capital d'une entreprise sous forme d'apport en numéraire ou en nature ;
- l'apport extérieur en nature sous forme de biens neufs (également dispensés de formalités de commerce extérieur et de domiciliation bancaire) ;

La délocalisation d'activités à partir de l'étranger, définie comme l'action par laquelle une entreprise de droit étranger transfère tout ou partie de ses activités de l'étranger vers l'Algérie.

Dans ce cadre, les apports extérieurs en nature, entrant exclusivement dans le cadre d'opérations de délocalisation d'activités et les biens neufs constituant un apport extérieur en nature sont dispensés des formalités de commerce extérieur et de domiciliation bancaire.

3.1.2 Définition de l'investissement de création

Tout investissement réalisé en vue de la formation, ex nihilo, du capital technique par acquisition d'actifs, en vue de la création d'une activité de production de biens et/ou de services.

3.1.3 Définition de l'investissement d'extension

Tout investissement réalisé en vue de l'augmentation des capacités de production de biens ou de services, par l'acquisition de nouveaux moyens de production qui se rajoutent à ceux existants. L'acquisition d'équipements complémentaires annexes et/ou connexes ne confère pas à l'investissement le caractère d'extension. Il en est de même de l'acquisition d'équipements de renouvellement ou de remplacement à l'identique, de ceux existants.

3.1.4 Définition de l'investissement de réhabilitation

Tout investissement réalisé consistant en des opérations d'acquisition de biens et/ou de services destinés à la mise en conformité de matériels et équipements existants pour pallier l'obsolescence technologique ou l'usure ou l'usure temporelle qui les affectent pour accroître la productivité ou reprendre une activité à l'arrêt depuis, au moins, trois (3) ans.

Liberté d'investissement et partenariat algérien

La liberté d'investir :

L'article 3 de la Loi consacre les principes suivants :

- la liberté d'investir : toute personne physique ou morale, nationale ou étrangère, résidente ou non résidente, souhaitant investir, est libre de décider de son investissement, dans le respect de la législation et de la réglementation en vigueur
- la transparence et l'égalité dans le traitement des investissements

Le partenariat :

La Loi de finances pour 2016 avait posé des règles d'encadrement de l'investissement étranger. Dans une large mesure, ces règles inscrivait le partenariat comme modalité unique pour tout établissement des investissements étrangers et cela quel que soit son secteur d'activité. Néanmoins, depuis la publication de la loi de finances pour 2020, cette règle dite « règle de partenariat » est désormais strictement limitée aux seules activités d'achat revente de produits ; et aux activités revêtant un caractère stratégique comprenant : L'exploitation du domaine minier national, ainsi que toute ressource souterraine ou superficielle relevant d'une activité extractive en surface ou sous terre, à l'exclusion des carrières et les sablières.

L'amont du secteur de l'énergie et de toute autre activité régie par la loi sur les hydrocarbures, ainsi que l'exploitation du réseau de distribution et d'acheminement de l'énergie électrique par câbles et d'hydrocarbures gazeux ou liquides par conduites aériennes ou souterraines ; Les industries initiées ou en relation avec les industries militaires relevant du ministère de la défense nationale. Les voies de chemin de fer ; les ports et les aéroports ; Les industries pharmaceutiques, à l'exception des investissements liés à la fabrication de produits essentiels innovants, à forte valeur ajoutée, exigeant une technologie complexe et protégée, destinés au marché local et à l'exportation. Le décret exécutif n° 21-145 est venu davantage préciser la liste des activités revêtant un caractère stratégique.

Concernant l'activité bancaire, le partenariat est également exigé depuis l'ordonnance n°10-04 du 26 août 2010 modifiant et complétant l'ordonnance n°03-11 du 26 août 2003 relative à la monnaie et au crédit.

Aux termes de cette ordonnance, les participations étrangères dans les banques ne peuvent être autorisées que dans le cadre d'un partenariat dont l'actionnariat national résident représente 51%

au moins du capital. Là encore, l'actionnariat national peut être constitué par l'addition de plusieurs partenaires.

Dans ce secteur particulier, l'Etat détiendra une action spécifique dans le capital des banques et des établissements financiers à capitaux privés. Par cette action, l'Etat est représenté, sans droit de vote, au sein des organes sociaux.

Par ailleurs, des règles de répartition de capital sont également fixées et applicables aux opérations de partenariat réalisées entre les entreprises publiques économiques et l'actionnariat national résident. L'article 62 de la loi de finances pour 2016 dispose, qu'en cas d'ouverture de leur capital en direction de l'actionnariat national résident, les EPE doivent conserver au moins 34% des actions ou des parts sociales.

Autorisation préalable des services habilités :

Auparavant, l'Etat disposait d'un droit de préemption sur toutes les cessions d'actions ou de parts sociales réalisées par ou au profit d'étrangers.

Ce droit de préemption a été supprimé par la loi de finances complémentaire pour 2020 et remplacé par l'obligation d'obtention d'une autorisation préalable des services habilités, tel que précisé par l'article 138 de la loi de finances pour 2021. En effet, cette disposition concerne toute cession d'actions ou de parts sociales détenues, par des partenaires étrangers, dans le capital social d'une société de droit algérien exerçant dans l'un des secteurs stratégiques, réalisée au profit de personne physique ou morale étrangère.

Les modalités d'application de cette disposition seront définies par voie réglementaire. Quant à l'obligation d'information du conseil des participations de l'Etat au sujet des opérations de cession indirecte des sociétés de droit algérien ayant bénéficié d'avantages ou de facilités lors de leur implantation, a également été abrogée.

Garanties-Protections-Conventions conclues par l'Algérie

La loi sur l'investissement pose le principe de l'égalité de traitement des investissements ainsi que des protections et des garanties, conformément aux dispositions du droit international. L'Algérie a conclu 46 conventions bilatérales de protection des investissements qui viennent s'ajouter aux conventions multilatérales portant sur le même objet.

3.2.1 Les garanties

Stabilité du droit applicable : En vertu de l'article 13 de la Loi, les effets des révisions ou abrogations portant sur la présente Loi, susceptibles d'intervenir à l'avenir, ne s'appliquent pas à l'investissement réalisé sous l'empire de cette loi à moins que l'investisseur ne le demande expressément. Dans ce prolongement, la Loi prévoit au titre des dispositions transitoires et finales que sont maintenus les droits et avantages acquis par l'investisseur en vertu des législations antérieures à la présente Loi.

Les investissements bénéficiant des avantages prévus par les lois relatives à la promotion et au développement de l'investissement antérieures à la présente loi ainsi que l'ensemble des textes subséquents, demeurent régis par les lois sous l'empire desquelles ils ont été enregistrés et ou déclarés, jusqu'à expiration de la durée desdits avantages.

La coexistence d'avantages de même nature instituée par la législation en vigueur, avec ceux prévus par la présente Loi, ne donne pas lieu à l'application cumulative des avantages considérés, l'investissement bénéficiera de l'incitation la plus avantageuse.

3.2.2 Réquisitions administratives

En vertu de l'article 10 de la Loi, l'investissement réalisé ne peut faire l'objet de réquisitions par voie administrative que dans les cas prévus par la loi. La réquisition donne lieu à une indemnisation juste et équitable conformément à la législation en vigueur.

3.2.3 Droit de recours

L'investisseur a désormais droit de recours auprès de la Commission, en plus du recours juridictionnel. Il est en effet institué par la Loi, auprès de la Présidence de la République, une Haute Commission nationale des recours liés à l'investissement (La Commission) chargée de statuer sur les recours introduits par les investisseurs. Dans ce cadre, le principe s'agissant des différends nés entre l'investisseur étranger et l'Etat algérien est la compétence des juridictions algériennes territorialement compétentes, sauf disposition particulière prévoyant l'arbitrage (Art.12) (Décret présidentiel n° 22-296 du 4 septembre 2022 fixant la composition et le fonctionnement de la Haute commission nationale des recours liés à l'investissement)

Une autre protection est la soumission de tout litige entre lui et l'Etat algérien à l'arbitrage. En outre, l'acte d'investir est protégé, en ce que la nouvelle Loi prévoit dorénavant une sanction pour quiconque, qui de mauvaise foi, entrave par quelque moyen que ce soit l'acte d'investir (art.37)

3.2.4 Obligations de l'investisseur

La Loi vient enfin rappeler les obligations auxquelles sont tenus les investisseurs à savoir :

- De veiller au respect de la législation en vigueur et des normes relatives notamment à la protection de l'environnement et de la santé publique, à la concurrence, au travail et à la transparence des informations comptables, fiscales et financières ;
- De fournir toutes les informations demandées par l'administration, nécessaires au suivi et à l'évaluation de la mise en œuvre des dispositions de la Loi.

Les terrains, relevant du domaine privé de l'Etat, peuvent être octroyés à des projets d'investissement, ce par les organismes chargés du foncier.

Pour ce faire, les investisseurs pourront consulter les informations relatives aux disponibilités foncières mises à leur disposition par ces organismes notamment via la plateforme numérique de l'investisseur.

3.3 Le transfert des capitaux

Aux termes de l'article 8 de la Loi : «Les investissements réalisés à partir d'apports en capital sous forme, de numéraires, importés par le canal bancaire et libellés dans une monnaie librement convertible, régulièrement cotée par la Banque d'Algérie et cédée à cette dernière, dont le montant est égal ou supérieur à des seuils minima, déterminés en fonction du coût global du projet selon des modalités fixées par voie réglementaire, bénéficient de la garantie de transfert du capital investi et des revenus qui en découlent ».

Cette garantie porte également sur les produits réels nets de la cession ou de la liquidation des investissements étrangers, même si ce montant est supérieur au capital investi. Les réinvestissements en capital des bénéfices et dividendes, déclarés transférables conformément à la législation et réglementation en vigueur, sont admis comme apports extérieurs.

La garantie de transfert ainsi que le seuil minima s'applique aux apports provenant de l'étranger, réalisés sous les formes prévues par la législation en vigueur, à condition qu'ils soient d'origine externe et qu'ils fassent l'objet d'une évaluation, conformément aux règles et procédures régissant la constitution des sociétés.

Le règlement de la Banque d'Algérie n°05-03 du 6 juin 2005 relatif aux investissements étrangers définit les modalités de transfert des dividendes, bénéfices et produits réels nets de la cession ou de la liquidation des investissements étrangers réalisés dans le cadre de la Loi relative à l'investissement.

Alors que sous l'empire du règlement n°2000-03, une autorisation préalable de transfert devait être accordée par la Banque d'Algérie, le règlement n°05-03 a délégué cette prérogative aux banques et établissements agréés qui ont, depuis son adoption, l'obligation d'«exécuter sans délai les transferts au titre des dividendes, bénéfices, produits de la cession des investissements étrangers ainsi que celui des jetons de présence et tantièmes pour les administrateurs étrangers.»

Le règlement n°05-03 dispose que les bénéfices et les dividendes produits par les investissements mixtes (nationaux et étrangers), dans les activités éligibles, sont transférables pour un montant correspondant à l'apport étranger (dûment constaté) au capital social. S'agissant de la cession et de la liquidation des investissements, le transfert s'effectue pour un montant correspondant au prix de cession ou à la valeur du boni net de liquidation revenant à l'investisseur étranger. Quant aux contrôles, la Banque d'Algérie se réserve le droit de procéder via un contrôle a posteriori des transferts effectués par les banques primaires.

3.3.1 La procédure de transfert

L'instruction n°01-09 du 15 février 2009, relative au dossier à présenter en appui à la demande de transfert des revenus et produits de cession des investissements étrangers, définit le contenu du dossier de transfert des bénéfices, des dividendes, des tantièmes, des jetons de présence et des

produits réels nets de la cession ou de liquidation des investissements étrangers. Pour chaque type de transfert, l'instruction énumère une liste de documents justificatifs.

De plus, concernant le transfert du produit de la cession ou de la liquidation, totale ou partielle, des parts des non-résidents, l'instruction prévoit qu'il devra être exécuté à hauteur de la valeur réelle, nette d'impôts, des biens cédés.

L'instruction prohibe le transfert des avances et acomptes sur bénéfices ou dividendes pour tout actionnaire, et confirme que les activités de revente en l'état ne sont pas éligibles au transfert, sauf effort significatif d'investissement. L'article 8 du décret 22-300 susvisé, par référence à l'article 8 de la Loi, fixe le seuil minimum à 25 % du montant de l'investissement : **Décret exécutif n° 22-300 du 8 septembre 2022 fixant les listes des activités, des biens et services non éligibles aux avantages ainsi que les seuils minima de financement pour le bénéfice de la garantie de transfert**, pour le bénéfice de la garantie de transfert, calculé sur la base de la part de financement d'origine étrangère incombant aux investisseurs dans le coût total de l'investissement.

Ce seuil était auparavant calculé par tranche de 10% à 30% selon le montant de l'investissement. La part de financement du coût total de l'investissement incombant à l'actionnariat étranger, était proportionnelle à la quotité détenue par ce dernier dans le capital social de la société. La non-satisfaction du seuil minimal, ci-dessus fixé, ne fait pas obstacle au bénéfice des avantages. Elle prive, cependant, l'investissement de la garantie de transfert.

3.4 Le financement des investissements

Auparavant, seul le financement local était autorisé. En effet, le financement des investissements ne pouvait se faire par des emprunts extérieurs à l'exception du capital.

Suivant la promulgation de la loi de finances pour 2020, à travers son article 108, le financement de projets stratégiques et structurants pour l'économie nationale, auprès des institutions financières internationales de développement, est autorisé après avis des autorités compétentes. Le ministre chargé des finances présente un exposé, devant la commission des finances et du budget de l'Assemblée Populaire Nationale, sur les projets stratégiques et structurants pour l'économie nationale, dont le financement est autorisé auprès des institutions financières internationales de développement.

Les modalités d'application seront fixées par voie réglementaire. Par ailleurs, une exception est prévue par le décret exécutif n°13-320 du 26 septembre 2013 précisant les modalités de recours aux financements nécessaires à la réalisation des investissements étrangers directs ou en partenariat, autorise le recours aux financements extérieurs via un apport en compte courant des associés sous certaines conditions.

3.4.1 Mise en œuvre des avantages

3.4.1.1 Avantages pour la phase de réalisation

Alors qu'il était précédemment prévu que les délais de réalisation étaient convenus avec l'Agence, la Loi prévoit dorénavant, sous réserve de la durée de l'exonération de la taxe foncière sur les propriétés immobilières, les délais de réalisation suivants :

3 ans pour les investissements relevant du régime d'incitation des secteurs prioritaires

5 ans pour les investissements relevant du régime des zones et du régime des investissements stratégiques et /ou structurants.

Possibilité de prorogation de 12 mois, renouvelables exceptionnellement une fois pour la même durée, pour les investissements enregistrant un taux d'avancement important dans leur réalisation.

Il est à noter que les nouvelles dispositions relatives à la prolongation ont également vocation à s'appliquer aux investissements déjà enregistrés et/ou déclarés sous l'empire de la loi antérieurs.

En vertu des dispositions des articles 15 et 16 du Décret 22-299 en référence, le délai de réalisation de l'investissement, fixé dans l'attestation d'enregistrement, peut faire l'objet d'une prorogation de douze 12 mois si la réalisation de l'investissement dépasse un taux d'avancement de 20% du montant de l'investissement prévu dans l'attestation d'enregistrement. Ce délai peut être prorogé, exceptionnellement, de 12 mois supplémentaires lorsque ce taux d'avancement dépasse 50%.

Par ailleurs, la mise en exploitation partielle de l'investissement avec bénéfice immédiat des avantages liés à cette phase, dans les conditions fixées par la réglementation en vigueur, entraîne la perte de la possibilité de prorogation du délai de réalisation.

Le Décret fixe les délais d'introduction de la demande de prorogation du délai de réalisation, par l'investisseur, qui sont de 03 mois avant l'expiration du délai de réalisation et, au plus tard, 3 mois après l'expiration de ce délai.

3.4.1.2 Avantages pour la phase d'exploitation

A la suite de la finalisation de la phase de la réalisation des investissements, et afin que l'investisseur puisse bénéficier des avantages de la phase d'exploitation,

Le constat d'entrée en phase d'exploitation est la formalité exigée de l'investisseur, matérialisé par un procès-verbal, destiné à attester qu'il a honoré son engagement en matière d'acquisition des biens et services, au moins, à un niveau permettant d'exercer l'activité sur laquelle porte l'investissement enregistré auprès de l'agence nationale de développement de l'investissement, conformément à l'attestation d'enregistrement et qu'il est entré en exploitation.

Le constat d'entrée en phase d'exploitation est établi en la forme d'un procès-verbal, après visite sur les lieux par les personnes habilitées du centre de gestion des avantages du guichet unique décentralisé de rattachement.

La durée des avantages, au titre de la phase d'exploitation, est déterminée sur la base de grilles. Schématiquement, la phase d'exploitation pour chacun des régimes ressort comme suit :

- Régime des secteurs : 3 à 5 ans à compter de la date d'entrée en exploitation :

- Régime des zones : 5 à 10 ans à compter de la date d'entrée en exploitation ;
- Régimes des investissements stratégiques et structurants : 5 à 10 ans à compter de la date d'entrée en exploitation.

Les investissements d'extension ou de réhabilitation bénéficient des avantages accordés au titre de la phase d'exploitation, au prorata des investissements nouveaux par rapport au total des investissements réalisés.

3.4.2 Obligation de réinvestissement des bénéfices :

La loi de finances pour 2023 précise la base de calcul de la quote-part à réinvestir annuellement, à savoir l'obligation de réinvestir uniquement 30% des avantages fiscaux, dans la limite de 30% des bénéfices réalisés ce qui signifie, l'exclusion des entreprises qui ne réalisent pas de bénéfices de cette obligation.

Le législateur a aussi défini d'une manière plus étendue les formes d'investissements éligibles comme suit :

- Acquisition d'actifs, matériels ou immatériels, entrant directement dans les activités de production de biens et de services ;
- Acquisition des titres de placements ;
- Acquisition d'actions, de parts sociales ou de titres assimilés, permettant la participation dans le capital d'une autre société de production de bien, de travaux publics et de bâtiment ou de services, sous réserve de la libération de la totalité du montant de l'avantage à réinvestir ;
- Prise de participation dans le capital d'une entreprise disposant du label « Start up » ou « incubateur », sous réserve de la libération de la totalité du montant de l'avantage à réinvestir.

3.5 Eléments clés de la passation des marchés publics aux IDE :

3.5.1 L'appel d'offres

En Algérie l'état détient le monopole compte au marché de l'énergie et les investisseurs directs étrangers doivent passer par les appels d'offres pour pouvoir bénéficier de marchés publics notamment dans le secteur de l'énergie.

L'appel d'offres permet la mise en concurrence de plusieurs soumissionnaires, et l'attribution du marché sans négociation à celui qui a soumis l'offre économiquement la plus avantageuse. Il y a déclaration d'infructuosité en l'absence d'offres, lorsque les offres ne sont pas conformes à l'objet et au contenu du cahier des charges ou que le financement des besoins ne peut être assuré.

L'appel d'offre peut être national et/ou international, il peut se faire sous l'une des formes suivantes :

- l'appel d'offres ouvert ;
- l'appel d'offres ouvert avec exigence de capacités minimales ;
- l'appel d'offres restreint ;

- le concours.

3.5.2 Qualification et soumission de l'offre :

Concernant la qualification des candidats ou soumissionnaires, l'article 57 du Code introduit la possibilité auparavant écartée¹²⁹ pour tout soumissionnaire ou candidat, seul ou groupement, de se prévaloir des capacités d'autres entreprises. Pour se faire, doit exister une relation juridique de sous-traitance, de co-traitance ou statutaire (filiale ou société mère d'un même groupe de sociétés) entre les participants à la procédure de passation de marché public. Pour rappel, il est prévu que lorsque l'intérêt de l'opération le justifie, la possibilité de soumissionner dans le cadre d'un groupement d'entreprises doit être prévue dans le cahier des charges de l'appel d'offres. Dans ce cas, les soumissionnaires doivent intervenir sous la forme de groupement solidaire (peut être imposé si dicté par la nature du marché) ou de groupement conjoint. Les partenaires cocontractants, agissant en groupement, s'engagent conjointement ou solidairement pour la réalisation du projet. Le groupement est solidaire lorsque chacun des membres du groupement est engagé pour l'exécution de la totalité du marché. Le groupement est conjoint lorsque chacun des membres du groupement s'engage à exécuter la ou les prestations qui sont susceptibles de lui être attribuées dans le marché.

Pour ce qui concerne l'offre à proprement parler, elle doit contenir un dossier de candidature, une offre technique et une offre financière. Il convient de noter que l'offre financière doit dorénavant contenir la décomposition du prix global et forfaitaire (DPGF), et qu'il pourra être demandé en outre le sous détail des prix unitaires (SDPU) ; le devis descriptif estimatif détaillé (DDED). A cet égard et conformément à la réglementation entrée en vigueur, il est précisé que le service contractant n'a pas à demander la légalisation de documents sauf exception. Il est à préciser que dorénavant le même organe est en charge de l'ouverture et de l'examen des plis, à savoir la Commission d'ouverture des plis et d'évaluation des offres. Enfin, il est essentiel de rendre compte de l'article 73 du Code des marchés publics qui énonce que « le service contractant peut, pour des motifs d'intérêt général, pendant toute la phase de passation d'un marché public, déclarer l'annulation de la procédure et/ou l'attribution provisoire du marché. Les soumissionnaires ne peuvent prétendre à aucune indemnité dans le cas où leurs offres n'ont pas été retenues ou si la procédure et/ou l'attribution provisoire du marché public a été annulée ».

L'article 75 prévoit les cas d'exclusion de la participation aux marchés publics dont, notamment, le non-respect de l'obligation d'investissement fixée à l'article 84 ou encore les opérateurs inscrits au fichier national des fraudeurs, auteurs d'infractions graves aux législations et réglementations fiscales douanières et commerciales.

3.6 Les institutions chargées de la promotion des investissements

3.6.1 Le Conseil national de l'investissement (CNI)

Le Conseil national de l'investissement est chargé de proposer la stratégie de l'Etat en matière d'investissement, de veiller à sa cohérence globale et d'en évaluer la mise en œuvre.

Dans ce cadre, le CNI adresse un rapport annuel d'évaluation au Président de la République. Le CNI est placé sous l'autorité du Chef du Gouvernement qui en assure la présidence. Il a une fonction de proposition et d'étude et est doté, également, d'un véritable pouvoir de décision.

Ses principales missions sont les suivantes :

Au titre des fonctions de proposition et d'étude, on peut relever que le CNI :

- propose la stratégie et les priorités pour le développement de l'investissement ;
- étudie et approuve le programme national de promotion de l'investissement qui lui est soumis et fixe les objectifs en matière de développement de l'investissement
- propose l'adaptation, aux évolutions constatées, des mesures incitatives pour l'investissement ;
- propose au gouvernement toutes décisions et mesures nécessaires à la mise en œuvre du dispositif de soutien et d'encouragement de l'investisseur ;
- étudie certaines propositions d'institution de nouveaux avantages ainsi que toute modification des avantages existants ;
- propose au Gouvernement toutes décisions et mesures nécessaires à la mise en œuvre du dispositif de soutien et d'encouragement de l'investissement ;
- suscite et encourage la création et le développement d'institutions et d'instruments financiers adaptés au financement de l'investissement ;

Au titre des décisions que le CNI prend, il y a :

- Examen et l'approbation de la liste des activités et des biens exclus des avantages ainsi que leur modification et leur mise à jour ;
- Etude et l'approbation des critères d'identification des projets présentant un intérêt pour l'économie nationale ;
- l'établissement de la nomenclature des dépenses susceptibles d'être imputées au fonds dédié à l'appui et à la promotion de l'investissement ;
- la détermination des zones qui sont susceptibles de bénéficier du régime dérogatoire.

Il faut ajouter que le CNI évalue les crédits nécessaires à la couverture du programme national de promotion de l'investissement, encourage la création d'institutions et d'instruments financiers adaptés (...) et d'une façon générale, traite de toute question en rapport avec l'investissement.

Tous les ministres en charge des dossiers et questions économiques sont membres du CNI, soit 09 au total. Assistent, en qualité d'observateurs seulement, le Président du conseil d'administration et le Directeur général de l'ANDI.

3.6.2 Agence Algérienne de Promotion de l'investissement (« AAPI ») :

Cette Agence, anciennement désignée ANDI, est désormais destinée à occuper un véritable rôle de

promoteur et d'accompagnateur des investisseurs. L'Agence, en coordination avec les administrations et organismes concernés, est chargée :

- de promouvoir et de valoriser, en Algérie ainsi qu'à l'étranger, l'investissement et l'attractivité de l'Algérie, en relation avec les représentations diplomatiques et consulaires algériennes à l'étranger ;
- d'informer et de sensibiliser les milieux d'affaires ;
- d'assurer la gestion de la plate-forme numérique de l'investisseur ;
- d'enregistrer et de traiter les dossiers d'investissement ;
- d'accompagner l'investisseur dans l'accomplissement des formalités liées à son investissement ;
- de gérer les avantages, y compris ceux relatifs au portefeuille des projets déclarés ou enregistrés avant la date de publication de la présente loi ;
- de suivre l'état d'avancement des projets d'investissement.

L'Agence perçoit une redevance au titre du traitement des dossiers d'investissement.

L'organisation et le fonctionnement de l'Agence ainsi que le montant et les modalités de perception de la redevance, sont fixés par voie réglementaire.

Il est à noter que le portefeuille des projets relevant précédemment de la compétence du Conseil National de l'Investissement est transféré à l'Agence.

3.6.3 Les guichets uniques :

L'Agence est subdivisée en deux types de guichets uniques, un guichet unique dédié aux grands projets d'investissement, à compétence nationale, et des investissements étrangers et des guichets uniques décentralisés de l'investissement.

Le guichet unique dédié aux grands projets d'investissement et des investissements étrangers et les guichets uniques décentralisés, prennent en charge toutes les démarches nécessaires à la concrétisation des projets d'investissement, à l'encouragement et à l'accompagnement des investisseurs.

Ces guichets uniques auront la capacité de délivrer et d'octroyer l'ensemble des décisions, documents et autorisations en lien avec la concrétisation et l'exploitation du projet d'investissement ; l'obtention du foncier destiné à l'investissement et au suivi des engagements souscrits par l'investisseur.

Nonobstant toutes dispositions contraires, les représentants des organismes et des administrations au sein des guichets uniques, sont habilités à délivrer, dans les délais fixés par la législation et la réglementation en vigueur, l'ensemble des décisions, documents et autorisations en lien avec la concrétisation et l'exploitation du projet d'investissement enregistré au niveau des guichets uniques.

3.6.4 Plateforme numérique de l'investisseur :

La Loi a instauré en son article 23 une plateforme numérique de l'investisseur. L'Agence est chargée de mettre en place et de gérer une plateforme numérique de l'investisseur qui remplira les objectifs suivants :

- Instrument de communication, en offrant notamment les informations relatives aux opportunités d'investissement, à l'offre foncière, aux incitations et avantages et procédures y afférentes ;
- Instrument d'orientation, d'accompagnement et de suivi des investissements, depuis leur enregistrement et pendant la période d'exploitation.
- Instrument de facilitation et de dématérialisation : Interconnectée aux systèmes d'informations des autres organismes et administrations en charge de l'investissement, cela permettra la dématérialisation de l'ensemble des procédures et des formalités.

Conclusion

La gouvernance du mix énergétique en Algérie nécessite une approche holistique qui intègre le financement de la transition énergétique dans une perspective de développement durable. Ce chapitre a exploré plusieurs aspects cruciaux de ce processus, mettant en lumière des mécanismes novateurs de financement susceptibles de catalyser la transformation du paysage énergétique tout en favorisant un développement économique respectueux de l'environnement.

L'Algérie, en alignant ses objectifs énergétiques avec les principes du développement durable, s'engage sur la voie d'une transition énergétique qui transcende les impératifs environnementaux pour englober les dimensions économiques et sociales. L'intégration du développement durable dans la gouvernance du mix énergétique est impérative pour assurer la pérennité des initiatives entreprises et répondre aux aspirations d'une société équilibrée.

Les mécanismes de développement propre se révèlent être des instruments essentiels dans le financement de projets verts en Algérie. En favorisant la réduction des émissions de gaz à effet de serre et en incitant à l'adoption de technologies propres, ces mécanismes contribuent à façonner un paysage énergétique plus durable. Toutefois, leur efficacité dépend de la mise en place d'une gouvernance transparente et d'incitations adéquates pour encourager la participation active des acteurs du secteur.

Les investissements directs étrangers émergent comme des moyens cruciaux de financer la transition énergétique en Algérie. Au-delà des apports financiers, ces investissements peuvent faciliter le transfert de technologies, l'échange d'expertise, et promouvoir une collaboration

internationale fructueuse. Toutefois, pour maximiser leur impact positif, il est essentiel d'établir un cadre réglementaire stable, transparent et attractif, tout en veillant à ce que les avantages économiques soient partagés de manière équitable.

En conclusion, le financement de la transition énergétique en Algérie représente un enjeu majeur qui transcende les frontières sectorielles. Le développement durable, les mécanismes de développement propre et les investissements directs étrangers forment un triptyque puissant, offrant des perspectives prometteuses pour un avenir énergétique plus propre, plus efficient et plus inclusif. À mesure que l'Algérie forge son chemin vers une transition énergétique durable, la collaboration entre les secteurs public et privé, la vision stratégique et l'engagement envers des pratiques durables deviennent des piliers incontournables pour assurer le succès de cette entreprise audacieuse.

Introduction

Dans l'ère moderne, la gestion efficace de l'énergie est devenue une préoccupation cruciale pour les sociétés du monde entier. La demande énergétique ne cesse de croître, les ressources énergétiques traditionnelles s'amenuisent, et les défis environnementaux liés aux émissions de gaz à effet de serre nous poussent à réinventer la manière dont nous produisons, distribuons et consommons l'énergie. C'est dans ce contexte que le "management intelligent de l'énergie" émerge comme un pilier essentiel de la transformation énergétique.

Ce chapitre explore en profondeur les composants clés du management intelligent de l'énergie, mettant en lumière trois domaines fondamentaux : la conduite des systèmes électriques, l'interconnexion et les technologies émergentes dans le management de l'énergie. Ensemble, ces éléments forment un ensemble puissant de technologies et de pratiques qui révolutionnent la manière dont l'énergie est gérée, distribuée et utilisée.

La conduite des systèmes électriques, en tant que première section de ce chapitre, se penche sur les processus et les outils qui permettent de surveiller et de gérer les réseaux électriques complexes en temps réel. Les systèmes électriques sont à la base de notre approvisionnement en énergie, et une gestion efficace est essentielle pour garantir une alimentation électrique fiable.

S'élevant au-dessus des détails opérationnels, la deuxième section examine l'aspect global de l'interconnexion des réseaux électriques. Cette approche stratégique vise à créer des réseaux électriques plus robustes en connectant des systèmes auparavant indépendants. Nous explorerons comment cette interconnexion favorise une coordination à grande échelle, permet une intégration transparente des énergies renouvelables, et renforce la résilience du réseau face aux incertitudes grandissantes.

Enfin, la troisième section plonge dans les horizons futuristes en examinant les technologies émergentes qui redéfinissent le paysage du "Management Intelligent de l'Énergie". De l'intelligence artificielle à l'Internet des objets et à la blockchain, ces avancées ouvrent des portes vers de nouvelles dimensions de gestion énergétique. Nous explorerons comment ces technologies façonnent l'évolution des pratiques de gestion de l'énergie, optimisant la consommation, accroissant l'efficacité, et contribuant à une transition énergétique plus durable.

Ce chapitre se veut être une exploration holistique de ces trois piliers du "Management Intelligent de l'Énergie". En dévoilant les intrications opérationnelles, en élargissant la perspective par l'interconnexion, et en plongeant dans les innovations émergentes, nous cherchons à décrypter les opportunités, les défis, et les tendances qui sculptent le futur de la gestion énergétique intelligente.

1. Conduite des réseaux électriques

L'énergie électrique est un élément crucial dans le développement socio-économique. Il est devenu indispensable dans la vie quotidienne de l'Homme. En effet, pratiquement la majorité des machines utilisées aussi bien dans l'industrie que dans les ménages sont électriques. Par conséquent, le fournisseur de l'énergie électrique est obligé de veiller à la garantir à tout moment de la journée. Etant donné que cette énergie n'est pas stockable, ou peu, le fournisseur doit toujours faire ses prévisions au moins une journée à l'avance pour la préparation de la production. Les prévisions doivent prendre en considération les incertitudes liées aux aléas météorologiques, aux aléas de fonctionnement (court-circuités, arrêt inopiné d'une centrale, défauts ...etc.).

1.1 Définition d'un système électrique

Un système électrique, qu'il soit simple ou complexe, se compose toujours d'un ou de plusieurs circuits électriques. Le système électrique repose sur l'enchaînement de trois activités successives en mettant à la disposition au client final de l'énergie qu'il transformera en d'autres formes (lumière, chaleur et mécanique ...etc.).

Ces activités sont :

- la production de l'énergie électrique en transformant d'autres formes d'énergie primaire,
- le transport,
- la distribution.

Etant donné que le système peut subir plusieurs perturbations, il doit être équipé d'un système de protection et de commande.

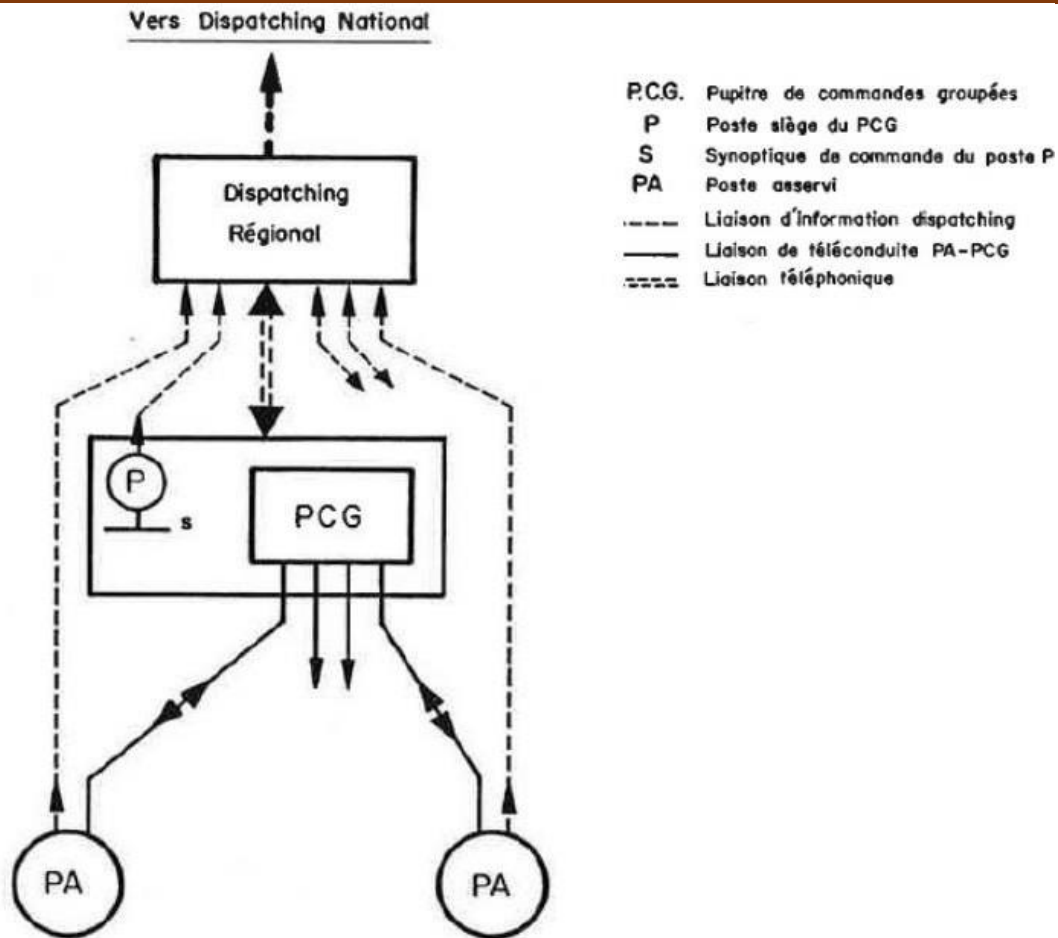
1.2 Notion et objectif de la conduite

La conduite de l'ensemble production-transport est un ensemble de prise d'informations, de décisions et d'action permettant d'acheminer, à travers le réseau, l'énergie électrique aux consommateurs dans les meilleures conditions de sécurité, de qualité et d'économie.

La figure 10 montre un exemple d'organisation de système de conduite des postes. Les niveaux de décision et d'action sont :

- Dispatching national : il s'occupe de la gestion prévisionnelle et élabore les schémas d'exploitation du réseau de transport et de coordination sur l'ensemble du réseau ;
- Dispatching régional : il s'occupe d'une partie du réseau seulement dans lequel il est chargé de manœuvrer.
- Pupitre de commandes groupées.
- Postes et centrales.

Figure 9 : Organisation du système de conduite des postes.



Source : Elaboré par nous-même.

Comme on ne peut encore stocker économiquement et en grande quantité l'énergie électrique il faut pouvoir maintenir en permanence l'égalité :

$$\text{Production} = \text{Consommation} + \text{pertes}$$

C'est le problème de la CONDUITE du réseau.

En effet, les pertes dans les réseaux (transport et distribution) sont de l'ordre de 4 à 5 % de la Consommation.

L'objectif d'un réseau électrique est de fournir une énergie de qualité tout en respectant les engagements avec les clients, c'est à dire une énergie économiquement acceptable, avec sécurité et sureté de fonctionnement comme l'illustre la figure. L'équation précédente doit être satisfaite pour les raisons montrés par la figure 11.

Figure 10 : Condition pour fournir une énergie de qualité à tout instant.

Source : Elaboré par nous-meme.

Le principe de l'égalité entre la production et la consommation est assuré par une prévision statistique de l'évolution de la charge. Pour éviter toute instabilité, une gestion rigoureuse et continue est impérative. Ce rôle est assuré par le dispatching national.

Dans la plupart des pays, ce travail se fait la veille pour le lendemain. La préparation de l'exploitation est contractualisée entre les acteurs. C'est lors de la préparation journalière que sont figées les demandes de chacun, que l'accès au réseau de transport est accepté ou refusé, et que sont définies précisément les conditions techniques et économiques de la production électrique et des services de transport de l'énergie.

L'égalité entre la production et la consommation de l'énergie, le coût, la sécurité ainsi que la sûreté est le problème de la conduite des réseaux. En effet, la conduite est l'acquisition d'informations, la prise de décision et faire des actions. Ces interactions sont assurées par un protocole dit protocole de transport en temps réel (RTP).

Le protocole de transport en temps réel (RTP) est une norme de protocole Internet qui spécifie la

façon dont les programmes gèrent la transmission en temps réel des données multimédias sur des services réseau.

1.3 Principaux critères à prendre en compte pour les prévisions

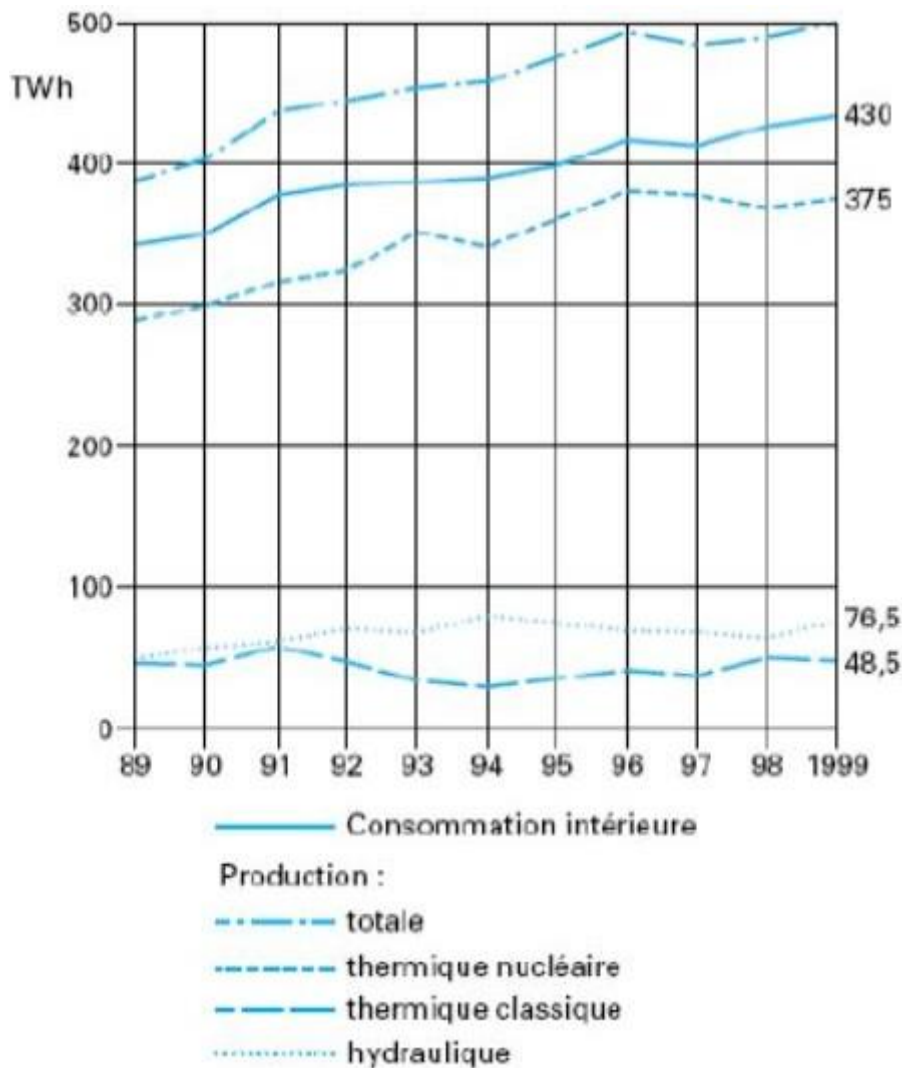
1.3.1 Critères de la qualité de service

1.3.1.1 La consommation annuelle

L'évolution annuelle de la consommation de l'énergie électrique est illustrée par la figure. Cette évolution est synonyme du développement technologique et économique d'un pays. La consommation annuelle est influencée par les aléas climatiques de longues durées. Elle est importante pour la gestion des stocks d'énergie telle que les barrages hydroélectriques et les combustibles des centrales thermiques et nucléaires.

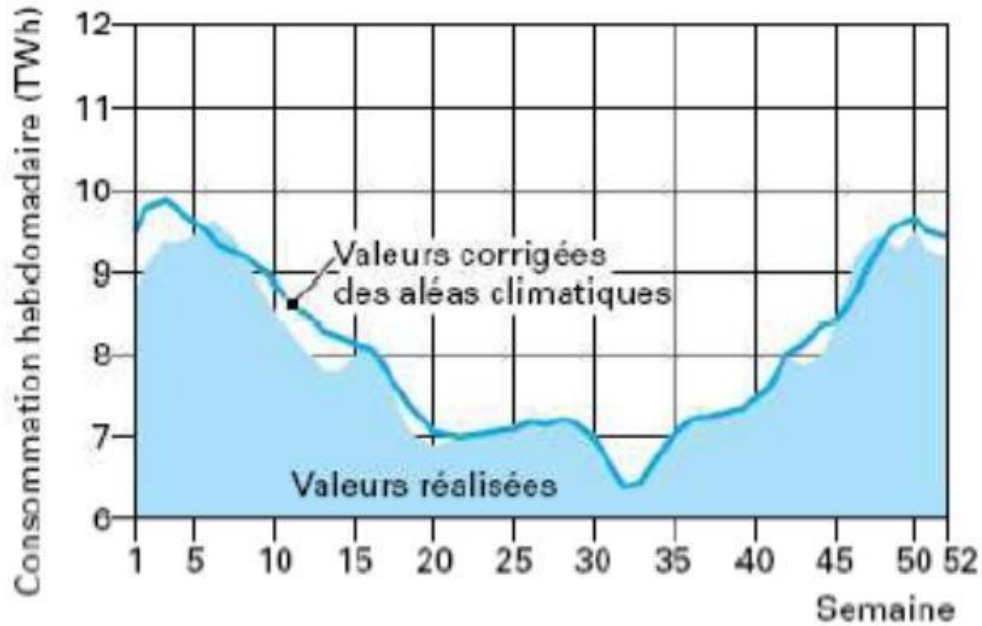
La qualité de la prévision dépend de la performance des centrales de production de l'électricité. La prévision a aussi un impact sur la maîtrise de la sûreté du système. En effet, le fournisseur de l'énergie électrique doit à tout instant, disposer de réserves en puissance et en énergie. La prévision annuelle doit prendre en compte :

- Le niveau de croissance ;
- L'évolution démographique ;
- La consommation énergétique domestique ;
- L'évolution technologique.

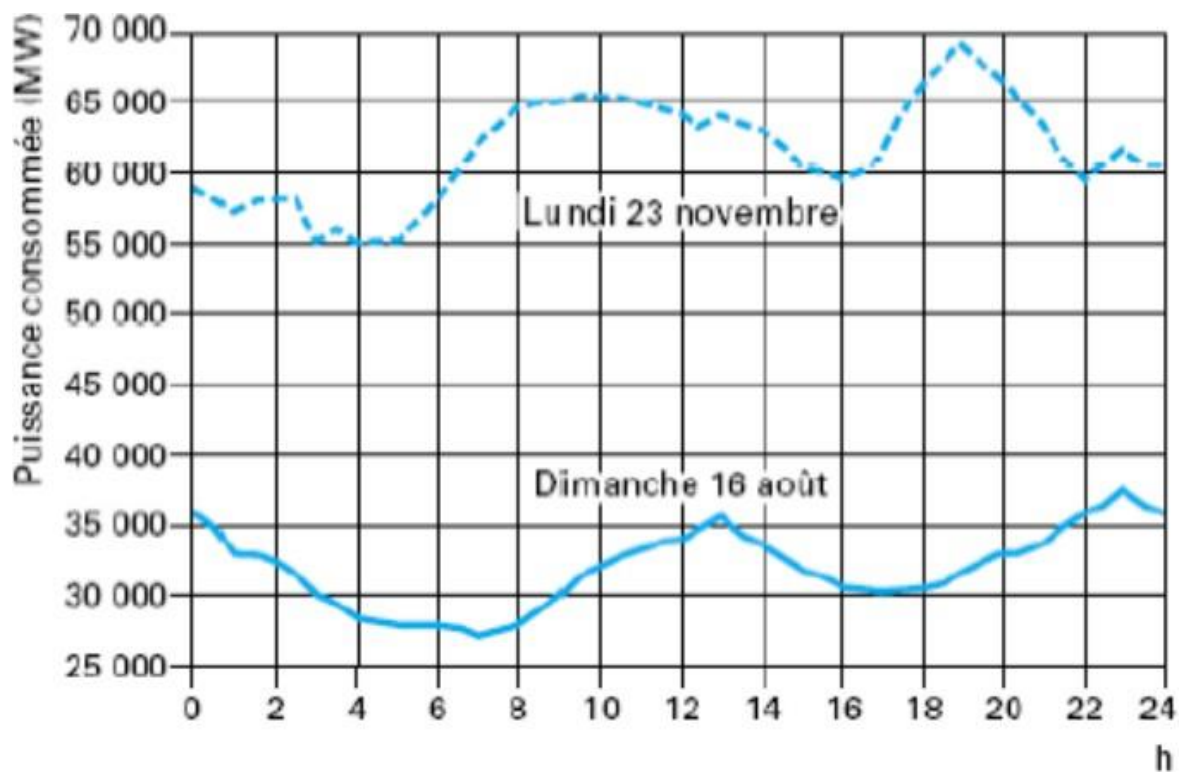
Figure 11 : Evolution de la consommation annuelle d'électricité en France

Modulation journalière de la demande

La consommation moyenne des jours ouvrables de chaque semaine ou consommation hebdomadaire, avec et sans correction statistique des conditions de température, durant l'année 1999 en France et illustrée par la figure. On observe que la consommation durant la semaine la plus chargée est de 9.39 TWh, et que durant la semaine la plus creuse, cette consommation passe à 6.3 TWh, soit un rapport de 1.5 environ.

Figure 12 : Energie moyenne consommée par jour ouvrable chaque semaine de l'année 1999.

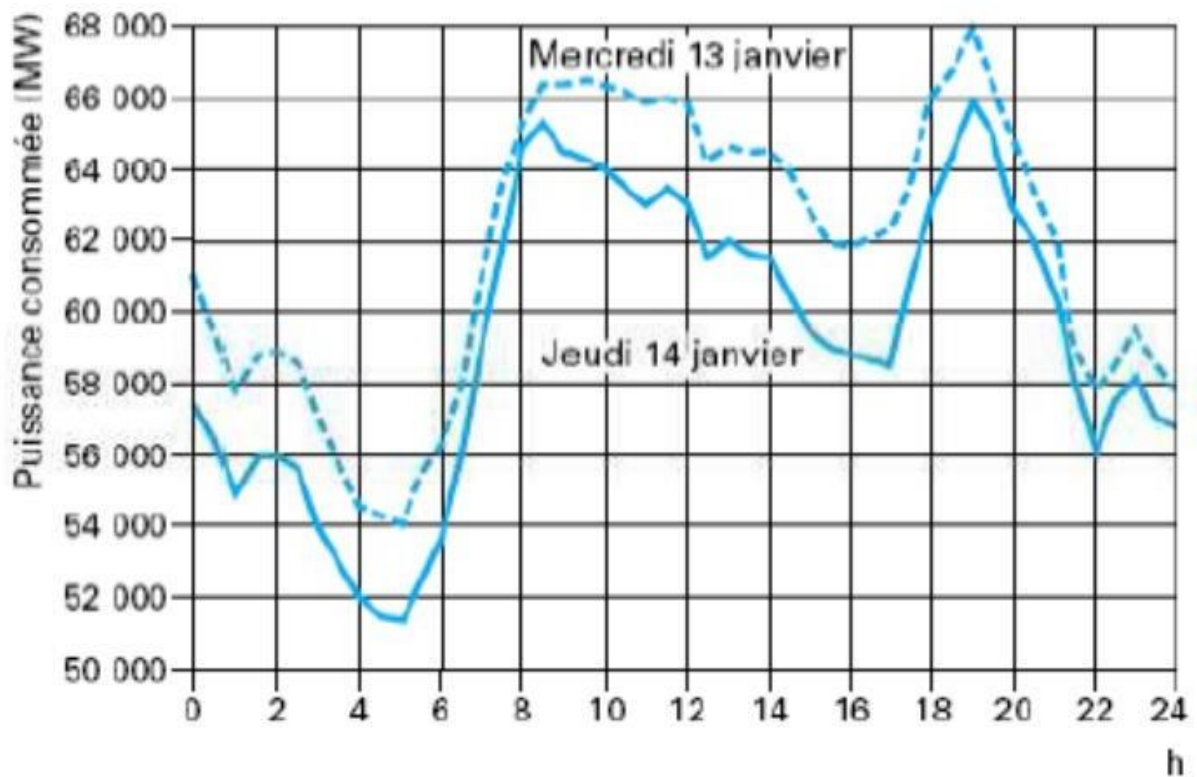
Source : EDF

Figure 13 : Courbe de charge des deux journées extrêmes.

Source : EDF

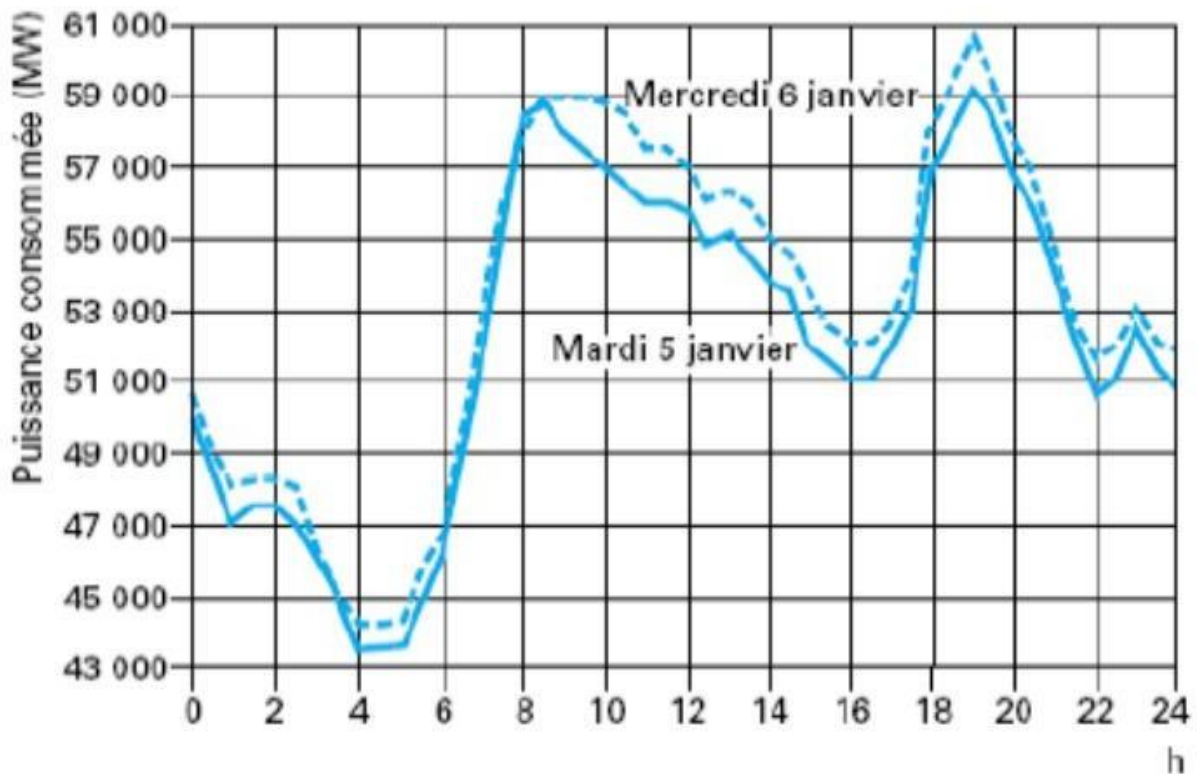
Interprétation : La figure ci-dessus montre les consommations des journées extrêmes de 1998 en France. On observe que la puissance de 69kMW à 28kMW soit un rapport de 2,6. La puissance consommée est particulièrement sensible aux conditions météorologiques (température, nébulosité, et, dans une moindre mesure, hygrométrie et vent).

Figure 14 : Courbes de charges de deux journées consécutives avec 2 à 3° C de différence.



Source : EDF

Interprétation : Concernant l'effet de la variation de la température, une baisse de température en hiver entraîne une augmentation de puissance d'environ 1400 MW. La figure montre les courbes de charge journalière de deux jours consécutifs avec une différence de température de 2 à 3 °C. En revanche, une augmentation de 1 °C au-delà de 25 °C, en été, entraîne une augmentation de la consommation de 300 MW. Cette augmentation serait due à l'utilisation de la climatisation.

Figure 15 : Courbe de charge de 2 jours consécutifs avec nébulosité contrasté.

Source : EDF

Interprétation : La nébulosité a aussi un impact sur la consommation dont il faut en tenir compte pour les prévisions. La figure 2.5 montre que la nébulosité peut augmenter la consommation, en France, d'environ 6 000 MW.

Les 5 figures montrent que la modulation journalière de la demande électrique se singularise par trois périodes :

Faible demande : 22h à 06h. «Plage d'heure idéale pour les activités industrielles étant donné que le prix est plus faible durant cet intervalle de temps »

Demande moyenne à forte : 06h à 18h

Très forte demande (pointe) : 18h à 22h

1.4 Prévision de la demande :

Pour être capables de produire, à tout instant l'électricité nécessaire, la prévision de consommation du lendemain est d'une importance capitale.

En effet, toute erreur importante peut mettre en cause la sûreté du système électrique. La prévision journalière doit alors tenir compte des paramètres suivants :

- Les consommations des jours, semaines et années précédentes, ramenées à des conditions météorologiques normales ;
- Les prévisions météorologiques sur tout le territoire ;
- Les événements connus relatifs à l'activité du pays (jour férié, week end, périodes de congé, période du ramadhan, ...) ;
- Aléas météorologiques (température, vitesse du vent, humidité) ;
- La bonne connaissance de l'effet des options tarifaires.

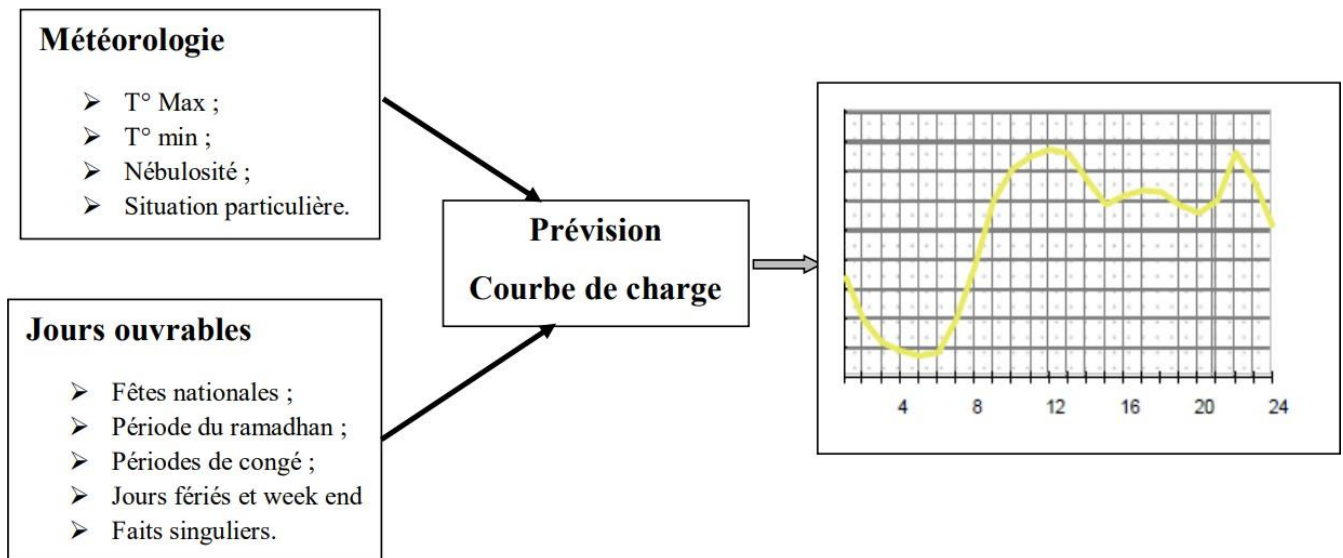
Exploitation du système électrique :

L'exploitation du système électrique est caractérisée par :

➤ Une phase de prévision :

Cette phase comprend les courbes de charge obtenues en tenant compte des paramètres cités précédemment comme le montre la figure ci-dessous. La prévision se fait, en général, pour le lendemain.

Figure 16 : Etablissement de la courbe de charge.



Source : Elaboré par nous-même

➤ Une phase de réalisation :

Cette phase comprend :

- Réglage des paramètres du système
- Optimisation de la Production
- Continuité de service
- Contrôle en cas d'urgence et incidents

- Remise en état de fonctionnement après incidents
 - Une phase de bilan :
- Traitement et Analyse des données d'exploitation
 - Comparaison entre plans prévus et réalisés
 - Correction des plans de production
 - Amélioration des normes opérationnelles

1.5 Composition du centre de conduite :

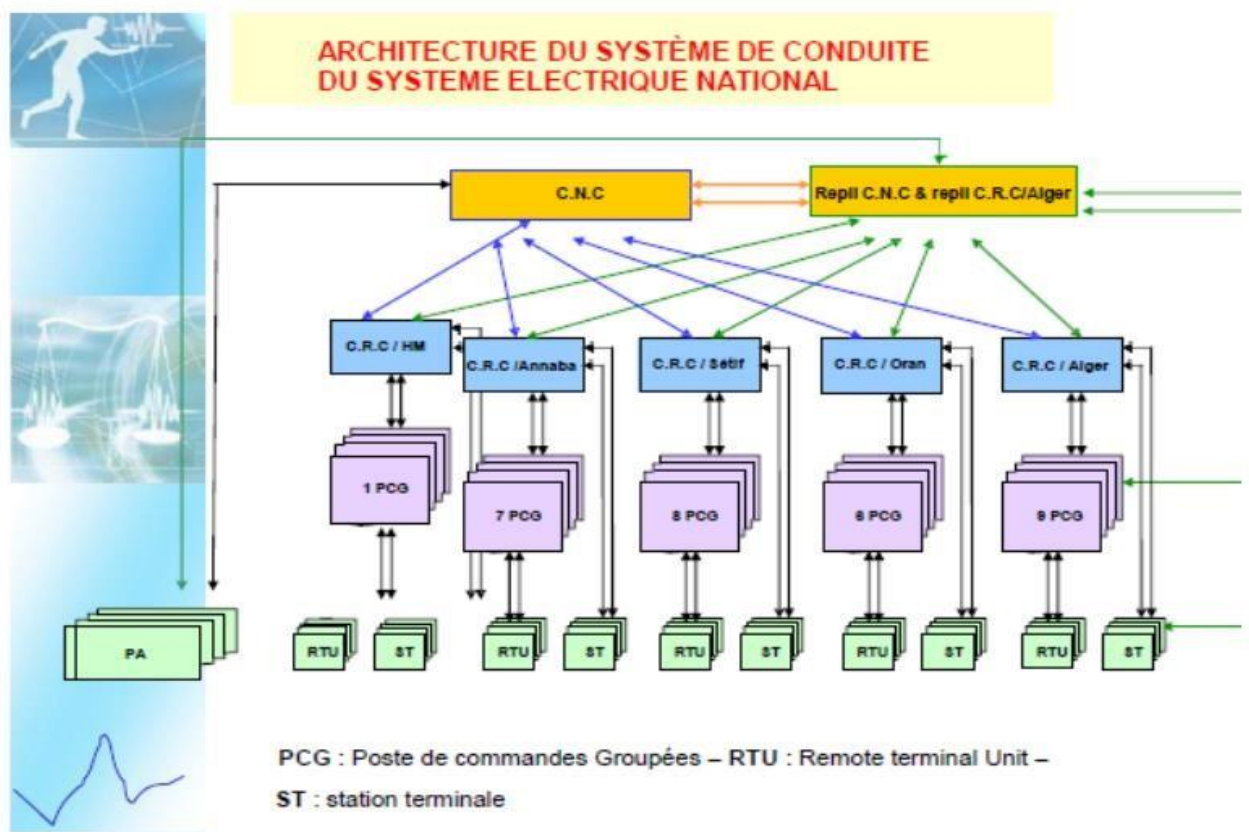
Le centre national de conduite : Il assure la supervision et la gestion des flux de puissance du système production-transport de l'électricité.

Les centres régionaux de conduite (Alger, Oran, Sétif, Annaba et Hassi Messaoud) : Ils assurent La télécommande, la surveillance des ouvrages régionaux qui sont une partie intégrante du réseau national de transport de l'électricité.

Les centres de défaillance : Ils assurent la conduite du système électrique en cas de défaillance.

- a) **Les réseaux télécommunications en fibre optique :** Assurant la communication et la commande à l'instant T.

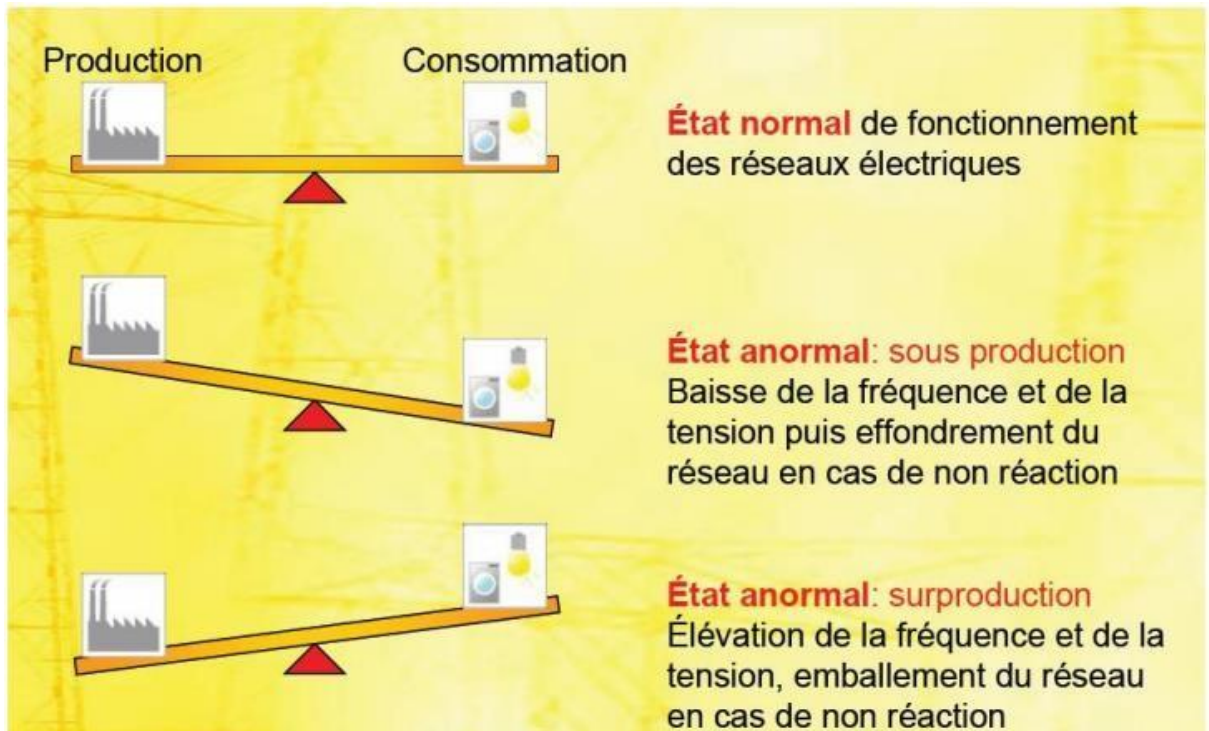
Figure 17 : Architecture du système de conduite national



Effet du déséquilibre Production-Consommation :

La figure montre les cas du déséquilibre entre la puissance produite et celle consommée y compris les pertes.

Figure 18 : Effet du déséquilibre d'un réseau électrique.



Source : Elaboré par nous-même.

Section 2 : L'interconnexion

L'histoire des réseaux électriques est un voyage passionnant à travers les découvertes scientifiques et les avancées technologiques qui ont transformé la manière dont nous utilisons et distribuons l'énergie électrique. L'avènement de l'électricité à grande échelle remonte au début du XIXe siècle, marqué par les travaux novateurs de scientifiques tels qu'Alessandro Volta et André-Marie Ampère. Cependant, c'est avec la mise en place des premières centrales électriques, comme celle de Pearl Street à New York en 1882 par Thomas Edison, que les fondements des réseaux électriques modernes ont été posés.

Au fil des décennies, les réseaux électriques ont évolué, passant des premières installations locales à des systèmes interconnectés à grande échelle. Le développement de la transmission à haute tension a permis de surmonter les obstacles géographiques et de distribuer l'électricité sur de longues distances de manière plus efficace. Des étapes cruciales, telles que l'introduction du courant alternatif par Nikola Tesla et les travaux sur la synchronisation des réseaux, ont jeté les

bases de la mise en réseau électrique à l'échelle nationale et internationale.

Aujourd'hui, les réseaux électriques représentent un réseau sophistiqué et interconnecté qui alimente nos villes, industries et foyers. Ils se composent de plusieurs éléments clés tel que : les centrales de production, les réseaux de Transmission, les réseaux de Distribution, les infrastructures de Contrôle et de Gestion, Utilisateurs Finaux.

En effet, les réseaux électriques contemporains incarnent la convergence de l'innovation technologique, de la recherche scientifique et des impératifs économiques. Leur histoire reflète une quête constante d'efficacité, de fiabilité et de durabilité, établissant ainsi les fondements d'une société moderne fortement dépendante de l'électricité.

Dans l'évolution incessante de notre société moderne, les réseaux électriques se positionnent comme les artères vitales qui alimentent notre quotidien, nourrissant nos foyers, propulsant nos industries et alimentant l'innovation technologique. Leur omniprésence dans notre vie témoigne de leur importance cruciale dans le maintien du fonctionnement harmonieux de nos communautés interconnectées.

Les réseaux électriques, véritables colonnes vertébrales de notre infrastructure, sont bien plus que de simples fournisseurs d'électricité. Ils constituent le socle sur lequel repose la prospérité de nos villes et la dynamique de nos économies. Ces réseaux, souvent invisibles dans notre quotidien, deviennent palpables lorsqu'une perturbation survient, soulignant ainsi leur rôle essentiel dans notre confort et notre sécurité.

Face à l'évolution et rapide de notre monde vers une interconnexion globale, l'efficacité et la fiabilité des réseaux électriques revêtent une importance capitale. Les enjeux dépassent désormais le simple besoin de répondre à la demande croissante en énergie. La stabilité des réseaux électriques devient un pilier stratégique dans un contexte où les nations et les régions s'entrelacent de manière de plus en plus étroite.

C'est dans cette toile complexe de réseaux électriques que s'inscrit le concept d'interconnexion. Au-delà des frontières géographiques et des barrières nationales, l'interconnexion émerge comme un catalyseur majeur dans la quête de l'efficacité globale des systèmes électriques. L'interconnexion, telle une force transcendante, établit des liens entre des réseaux autrefois isolés, créant ainsi un réseau mondial d'énergie capable de répondre aux demandes croissantes et d'optimiser l'utilisation des ressources disponibles. Ce phénomène permet le transfert bidirectionnel d'électricité entre différentes régions ou pays.

Au cours de cette section, notre exploration se concentrera sur la compréhension des avantages intrinsèques de l'interconnexion dans la conduite des réseaux électriques. Nous analyserons les défis complexes qui émergent de cette interconnexion croissante et explorerons les solutions

novatrices qui émergent pour les surmonter. En somme, notre quête est de dévoiler les mécanismes sous-jacents qui façonnent l'avenir interconnecté de la distribution électrique, porteur d'opportunités mais aussi de défis significatifs. En plongeant dans cet univers, nous visons à éclairer les voies vers un réseau électrique mondial plus résilient, efficient et durable.

2.1 Les avantages de l'interconnexion

2.1.1 L'optimisation des ressources :

L'optimisation des ressources est l'un des avantages clés de l'interconnexion des réseaux électriques. Ce concept se manifeste par la capacité à exploiter de manière plus efficace les différentes sources d'énergie disponibles, résultant en une utilisation plus rationnelle et durable des ressources énergétiques. Voici comment l'optimisation des ressources s'exprime dans le contexte de l'interconnexion des réseaux électriques :

2.1.1.1 Diversification des Sources d'Énergie

L'interconnexion permet d'exploiter une diversité de sources d'énergie présentes dans différentes régions. Par exemple, une région peut être riche en énergie éolienne, tandis qu'une autre peut dépendre davantage de l'énergie solaire ou hydraulique. En reliant ces régions, on peut équilibrer les fluctuations de production liées aux conditions météorologiques et optimiser l'utilisation des ressources renouvelables.

2.1.1.2 Utilisation Maximale des Énergies Renouvelables

Les sources d'énergie renouvelable, telles que l'énergie solaire et éolienne, sont souvent intermittentes et dépendent des conditions météorologiques. L'interconnexion permet de compenser les variations de production en temps réel en important de l'électricité à partir de sources renouvelables actives dans d'autres régions, garantissant ainsi une utilisation maximale de ces énergies vertes.

2.1.1.3 Gestion des Pointes de Demande

Les variations de la demande en électricité peuvent être importantes, avec des pics à certains moments de la journée. L'interconnexion permet de répondre plus efficacement à ces pics en acheminant de l'électricité depuis des régions où la demande est plus faible à des régions où la demande est plus élevée, évitant ainsi la nécessité de construire des capacités de production supplémentaires pour des situations exceptionnelles.

2.1.1.4 Optimisation de la Production Conventiionnelle

Outre les énergies renouvelables, l'interconnexion permet également de mieux exploiter les centrales de production conventionnelles, telles que les centrales thermiques ou nucléaires. En

équilibrant la production sur une échelle plus vaste, on peut réduire le recours aux centrales de secours et améliorer l'efficacité globale du système.

2.1.1.5 Économies d'Échelle

L'interconnexion offre des avantages économiques en permettant le partage des coûts d'infrastructure entre plusieurs régions. Plutôt que de construire des installations de production redondantes dans chaque zone, les investissements peuvent être rationalisés, conduisant à des économies d'échelle qui se répercutent sur les coûts pour les consommateurs.

2.1.1.6 Exemples des avantages de l'interconnexion dans l'optimisation des ressources

Voici quelques illustrations concrètes de situations où l'interconnexion des réseaux électriques a conduit à une meilleure utilisation des ressources énergétiques :

Exploitation des Énergies Renouvelables en Temps Réel :

- Contexte : Une région connaît des conditions météorologiques favorables à l'énergie éolienne, tandis qu'une autre région bénéficie d'un fort ensoleillement.

- Interconnexion : Les deux régions sont interconnectées, permettant le transfert d'électricité excédentaire de la région éolienne vers la région ensoleillée, et vice versa, en fonction des conditions météorologiques en temps réel.

- Résultat : Une meilleure utilisation des sources d'énergie renouvelable, avec une production accrue là où les conditions sont optimales à tout moment.

Optimisation des Ressources Hydrauliques :

- Contexte : Une région dispose de ressources hydrauliques importantes, avec des barrages pouvant stocker de grandes quantités d'eau.

- Interconnexion : En période de demande faible, l'excédent d'électricité est utilisé pour pomper l'eau vers le réservoir du barrage. Lors des pics de demande, l'eau est relâchée pour générer de l'électricité.

- Résultat : Une utilisation optimale de l'énergie hydraulique pour répondre à la demande, avec une capacité de stockage agissant comme une forme de "batterie" naturelle.

Équilibrage de la Production Thermique :

- Contexte : Deux régions ont des centrales thermiques, l'une fonctionnant au gaz et l'autre au charbon.

- Interconnexion : En fonction des coûts et de la disponibilité des carburants, l'électricité peut être acheminée de la région au gaz vers celle au charbon, ou vice versa, pour optimiser l'utilisation des ressources thermiques.

- Résultat : Une meilleure utilisation des sources d'énergie thermique en fonction des coûts variables des carburants et des conditions du marché.

Intégration des Énergies Marines :

- Contexte : Une région côtière dispose de ressources énergétiques marines, telles que l'énergie des vagues ou des marées.
- Interconnexion : L'électricité produite à partir de ces sources marines peut être transférée vers d'autres régions par le biais de l'interconnexion.
- Résultat : Une exploitation optimale des ressources énergétiques marines, même si les conditions varient le long de la côte.

Optimisation des Énergies Solaires dans Différents Fuseaux Horaires :

- Contexte : Des régions situées dans des fuseaux horaires différents ont des périodes d'ensoleillement décalées.
- Interconnexion : L'électricité solaire produite dans une région peut être exportée vers d'autres régions où le soleil se lève ou se couche, maximisant ainsi l'utilisation de l'énergie solaire tout au long de la journée.
- Résultat : Une utilisation plus constante de l'énergie solaire tout au long de la journée, grâce à la différence dans les conditions d'ensoleillement entre les régions.

Ces exemples démontrent comment l'interconnexion des réseaux électriques permet une gestion plus intelligente des ressources énergétiques, en tirant parti des variations dans la disponibilité des sources d'énergie et en favorisant une utilisation plus efficace et équilibrée des différentes formes d'énergie.

C'est ainsi que, l'optimisation des ressources dans le cadre de l'interconnexion des réseaux électriques offre une approche stratégique visant à maximiser l'efficacité énergétique, à tirer parti des sources renouvelables, et à garantir une utilisation judicieuse des infrastructures existantes. Cette optimisation contribue non seulement à répondre à la demande énergétique croissante, mais aussi à promouvoir la durabilité et la résilience des réseaux électriques à l'échelle mondiale.

Stabilité et Fiabilité du Réseau

La stabilité du réseau est un élément crucial dans le domaine de l'interconnexion des réseaux électriques. Elle se réfère à la capacité du réseau électrique à maintenir un équilibre constant entre l'offre et la demande d'électricité, tout en minimisant les perturbations et en évitant les pannes importantes. L'interconnexion des réseaux électriques contribue de plusieurs manières à renforcer la stabilité du réseau.

Redondance et Diversification

En interconnectant plusieurs régions ou pays, l'interconnexion offre une forme de redondance au réseau. En cas de perturbation majeure, comme une panne d'équipement ou des conditions météorologiques extrêmes, les autres parties du réseau peuvent compenser, réduisant ainsi le risque

de pannes généralisées.

2.2.2 Gestion des Variations de la Demande

Les variations de la demande en électricité peuvent survenir de manière soudaine et imprévisible. L'interconnexion permet de mieux gérer ces fluctuations en redistribuant l'électricité entre les régions selon les besoins du moment. Cela aide à maintenir l'équilibre entre l'offre et la demande, minimisant les risques de surcharge ou de sous-utilisation des infrastructures.

2.2.2.1 Équilibrage des Sources d'Énergie

Les différentes régions interconnectées peuvent avoir des profils de production d'énergie différents en raison des variations météorologiques et des ressources disponibles. En équilibrant ces sources d'énergie diverses, l'interconnexion contribue à atténuer les effets de fluctuations importantes dans la production, renforçant ainsi la stabilité globale du réseau.

2.2.2.2 Coordination entre Opérateurs de Réseau

L'interconnexion nécessite une coordination étroite entre les opérateurs de réseau des différentes régions. Cette collaboration permet une réponse rapide en cas d'incident, avec la possibilité de partager des ressources de secours, de gérer les fluctuations de la demande et de mettre en œuvre des mesures correctives en temps réel.

2.2.2.3 Amortissement des Chocs Locaux

Les perturbations locales, telles que des pannes d'équipement ou des variations soudaines de la production, peuvent être atténuées par l'interconnexion. Les autres parties du réseau peuvent compenser ces chocs, évitant ainsi la propagation de perturbations à grande échelle.

2.2.2.4 Utilisation de la Technologie

Les avancées technologiques, telles que les systèmes de contrôle automatisés et l'intelligence artificielle, peuvent être intégrées dans les réseaux interconnectés pour améliorer la détection rapide des anomalies, faciliter la gestion de la charge et renforcer la résilience du réseau face aux événements inattendus.

2.2.2.5 Exemples des Avantages de l'Interconnexion lors d'Événements Isolés

L'interconnexion des réseaux électriques a démontré sa capacité à maintenir la fiabilité du réseau face à des incidents isolés à plusieurs reprises. Voici quelques exemples concrets illustrant cette résilience :

Tempêtes et Conditions Météorologiques Extrêmes :

- Situation : Une région fait face à une tempête sévère entraînant des pannes de lignes électriques et des dégâts sur les infrastructures locales.

- Interconnexion : Grâce à l'interconnexion, l'électricité peut être acheminée depuis des régions voisines non touchées par la tempête pour compenser la perte de production locale.

- Résultat : La continuité de l'approvisionnement en électricité est maintenue dans la région touchée, réduisant l'impact des pannes locales.

Pannes d'Équipements Majeures :

- Situation : Une défaillance majeure d'un générateur ou d'une sous-station entraîne une perte significative de capacité de production dans une région.

- Interconnexion : Les réseaux interconnectés permettent le transfert rapide d'électricité depuis d'autres régions fonctionnant normalement vers la zone touchée.

- Résultat : La charge est compensée, minimisant ainsi les risques de coupures de courant et assurant la stabilité du réseau.

Variations Soudaines de la Demande :

- Situation : Une région connaît une augmentation inattendue de la demande en raison d'événements spéciaux ou de conditions météorologiques.

- Interconnexion : Les régions interconnectées peuvent partager l'excédent d'électricité pour répondre à la demande accrue, évitant ainsi les pénuries locales.

- Résultat : La fiabilité du réseau est maintenue, et la capacité à gérer les variations rapides de la demande est renforcée grâce à l'interconnexion.

Incidents de Cybersécurité :

- Situation : Une région est victime d'une attaque informatique perturbant le fonctionnement de son réseau électrique.

- Interconnexion : Les systèmes de contrôle automatisés permettent une réponse rapide, isolant la partie touchée et redistribuant la charge vers des régions non affectées.

- Résultat : La perturbation est contenue, et la fiabilité du réseau est préservée grâce à la capacité d'isolation des incidents.

Maintenance Préventive :

- Situation : Une région doit effectuer une maintenance préventive sur une centrale électrique ou une partie de son réseau.

- Interconnexion : L'électricité peut être importée temporairement depuis d'autres régions pour compenser la capacité réduite pendant la maintenance.

- Résultat : La maintenance peut être effectuée sans affecter la fourniture d'électricité aux consommateurs, assurant ainsi la continuité du service.

Ces exemples soulignent la capacité de l'interconnexion à atténuer les impacts des incidents locaux en permettant le partage des ressources entre différentes régions. Cette flexibilité opérationnelle contribue de manière significative à la stabilité et à la fiabilité des réseaux électriques interconnectés.

En somme, l'interconnexion des réseaux électriques contribue à créer un réseau plus résilient et stable, capable de faire face aux défis imprévus et de maintenir un approvisionnement électrique fiable. Cette stabilité renforcée est essentielle pour garantir la continuité des services énergétiques dans un contexte de plus en plus interconnecté et dépendant de l'électricité.

2.3 Défis Liés à l'Interconnexion

L'interconnexion des réseaux électriques est devenue une tendance mondiale, avec des exemples notables tels que les interconnexions entre les pays européens, les réseaux nord-américains, ou les projets d'interconnexion entre les pays scandinaves. Cependant, cela présente également des défis tels que la coordination entre les opérateurs de réseau, la gestion des différences de normes et la sécurité des transmissions à grande échelle. Ces défis nécessitent une planification minutieuse et l'utilisation de technologies avancées pour assurer le bon fonctionnement des réseaux interconnectés.

La gestion d'un réseau interconnecté présente des défis substantiels en raison de la complexité intrinsèque résultant de l'interconnexion de différentes régions et de la nécessité d'une coordination efficace entre les parties prenantes.

2.3.1 Diversité des Acteurs

Les réseaux interconnectés peuvent impliquer de multiples acteurs, y compris des opérateurs de réseau, des producteurs d'énergie, des régulateurs, et même des entités internationales. La coordination entre ces acteurs nécessite des mécanismes complexes pour garantir la stabilité et l'efficacité du réseau.

2.3.2 Variabilité des Sources d'Énergie

Les sources d'énergie renouvelable, telles que l'énergie solaire et éolienne, sont souvent variables et dépendent des conditions météorologiques. L'interconnexion entre des régions aux profils énergétiques différents impose des défis pour gérer ces variations et maintenir l'équilibre entre l'offre et la demande.

2.3.3 Gestion de la Fréquence et de la Tension

L'interconnexion de réseaux électriques peut entraîner des différences de fréquence et de tension entre les régions. La coordination précise des systèmes de contrôle est nécessaire pour garantir la stabilité du réseau et prévenir des problèmes tels que des pannes de courant ou des dommages aux équipements.

2.3.4 Sécurité des Systèmes d'Information

Avec l'augmentation de l'automatisation et de l'interconnexion, la cybersécurité devient un défi majeur. La protection des systèmes d'information contre les cyberattaques est essentielle pour maintenir l'intégrité et la fiabilité du réseau.

2.3.5 Coopération Internationale

L'interconnexion entre les réseaux de différents pays nécessite une coopération internationale étroite. La coordination des politiques énergétiques, la gestion des différences de réglementation et la résolution des conflits potentiels sont des aspects complexes de la gestion d'un réseau interconnecté à l'échelle mondiale.

2.3.6 Planification à Long Terme

La planification à long terme des réseaux interconnectés doit prendre en compte les besoins de plusieurs régions, anticiper les évolutions technologiques et s'adapter aux changements dans la demande énergétique. Cela requiert une vision stratégique et une collaboration étroite entre les parties prenantes.

2.3.7 Maintenance et Opérations Coordonnées

La maintenance des équipements et les opérations du réseau doivent être coordonnées de manière à minimiser les interruptions de service. Des protocoles de gestion des incidents et des plans d'urgence sont essentiels pour réagir rapidement aux perturbations.

2.3.8 Équilibrage Financier

L'interconnexion peut entraîner des variations dans les coûts de production et de transmission entre les régions. Équilibrer les coûts de manière équitable tout en maintenant des incitations à l'efficacité énergétique peut être un défi pour les gestionnaires de réseau.

2.3.9 Illustration de sa Transcendance Géographique

L'interconnexion transcende les frontières géographiques en créant des réseaux électriques étendus qui englobent des régions, voire des pays différents. Cette transcendance géographique contribue significativement à l'efficacité globale des systèmes électriques de plusieurs manières :

Partage des Ressources : Imaginons deux pays voisins, l'un avec une capacité de production importante à partir d'énergies éoliennes et l'autre avec une abondance de ressources solaires. Grâce à l'interconnexion, ces deux pays peuvent échanger de l'électricité en fonction des conditions météorologiques, optimisant ainsi l'utilisation des ressources renouvelables disponibles.

Compensation des Variations de la Demande : Pendant la journée, une région peut connaître une forte demande en raison d'activités industrielles, tandis qu'une autre région, située dans un fuseau horaire différent, peut être en période de faible demande. L'interconnexion permet de redistribuer l'électricité entre ces régions, compensant ainsi les variations de la demande et assurant un équilibre constant entre l'offre et la demande.

Gestion des Pénuries Locales : En cas de pénurie d'électricité dans une région due à des conditions météorologiques défavorables ou à une panne d'équipement, l'interconnexion permet d'importer de l'électricité depuis des régions voisines bien alimentées, évitant ainsi les coupures de courant et

garantissant la continuité du service.

Utilisation Optimale des Sources d'Énergie : Considérons une région avec un excès de production d'énergie nucléaire pendant la nuit. Grâce à l'interconnexion, cette électricité peut être exportée vers d'autres régions qui en ont besoin, maximisant ainsi l'utilisation des centrales nucléaires fonctionnant de manière stable 24 heures sur 24.

Flexibilité pour l'Intégration d'Énergies Renouvelables : Si une région investit massivement dans l'énergie solaire mais fait face à des périodes nuageuses, elle peut compenser ces variations en importation d'électricité provenant d'autres régions où le soleil brille, permettant ainsi une intégration plus stable et prévisible des énergies renouvelables.

Coopération en Cas d'Urgence : En cas de catastrophe naturelle ou d'incident majeur affectant un réseau électrique, les régions voisines peuvent apporter une assistance en fournissant de l'électricité, des équipes d'intervention et des ressources pour rétablir rapidement l'électricité, démontrant ainsi la solidarité entre les pays interconnectés.

Économies d'Échelle et Coûts Partagés : Plusieurs pays peuvent partager les coûts liés à la construction et à l'entretien des infrastructures, comme les lignes de transmission à haute tension. Cette coopération permet d'atteindre des économies d'échelle et de réduire les coûts pour l'ensemble du réseau interconnecté.

En résumé, l'interconnexion transcende les frontières géographiques en créant des réseaux électriques qui fonctionnent de manière collaborative au-delà des limites nationales. Cette transcendance contribue de manière significative à l'efficacité globale des systèmes électriques en optimisant l'utilisation des ressources, en gérant les variations de la demande et en renforçant la stabilité et la fiabilité du réseau à l'échelle internationale.

En conclusion, la gestion d'un réseau interconnecté est complexe en raison de la diversité des acteurs, des variations des sources d'énergie, des exigences de coordination internationale et des défis technologiques. La résolution de ces défis nécessite une approche holistique, intégrant des technologies avancées, des politiques coordonnées et une collaboration étroite entre les parties prenantes pour garantir la fiabilité, la stabilité et l'efficacité du réseau interconnecté.

Section 3 : Technologies Émergentes dans le Management Intelligent de l'Énergie

À une époque où les impératifs de durabilité, d'efficacité énergétique, et de transition vers des sources d'énergie plus propres se font de plus en plus pressants, les "Technologies Émergentes dans le Management Intelligent de l'Énergie" se positionnent comme des catalyseurs cruciaux pour répondre à ces défis complexes. Les technologies émergentes, telles que l'intelligence artificielle, l'Internet des objets (IoT), la blockchain, et bien d'autres, ont émergé comme des forces motrices majeures dans l'évolution du paysage énergétique. Ces avancées ne sont pas simplement des outils isolés, mais plutôt des éléments intégrés dans un écosystème complexe visant à optimiser chaque aspect de la gestion de l'énergie.

Cette section nous plonge dans le futur énergétique en explorant les avancées technologiques révolutionnaires qui transforment la manière dont nous concevons, gérons, et consommons l'énergie.

3.1 Internet des Objets (IoT)

L'Internet des Objets (IoT) est une technologie émergente qui connecte des objets physiques à Internet, leur permettant de collecter et d'échanger des données. Cette interconnexion permet une communication entre les dispositifs, ouvrant la voie à de nombreuses applications innovantes dans divers domaines, y compris la gestion intelligente de l'énergie. Voici quelques points clés à connaître sur l'Internet des Objets (IoT)

L'IoT offre la connectivité entre les équipements du réseau électrique, permettant une surveillance en temps réel et une collecte de données. Des capteurs intelligents, des compteurs communicants et des dispositifs IoT contribuent à une gestion plus précise du réseau en fournissant des informations détaillées sur la performance des équipements.

L'Internet des Objets se réfère à un réseau de dispositifs physiques (objets, véhicules, appareils électroménagers, capteurs, etc.) dotés de capacités informatiques, de logiciels et de connectivité Internet. Ces objets peuvent collecter et échanger des données, permettant des interactions intelligentes et automatisées.

3.1.1 Capteurs et Actuateurs

Les objets IoT sont souvent équipés de capteurs pour recueillir des données sur leur environnement, comme la température, l'humidité, la lumière, etc. Les actuateurs peuvent également être présents pour permettre aux dispositifs de prendre des actions en réponse aux données collectées.

3.1.2 Connectivité

Les dispositifs IoT utilisent divers moyens de connectivité, tels que le Wi-Fi, le Bluetooth, la 3G/4G, et même des protocoles spécifiques à l'IoT comme LoRaWAN (Long Range Wide Area

Network) pour les communications à longue portée et basse consommation.

3.1.3 Applications dans le Domaine de l'Énergie

Gestion Énergétique Intelligente : Les objets IoT peuvent surveiller la consommation d'énergie des appareils, des bâtiments, voire des réseaux électriques entiers. Cela permet une gestion fine de la demande, l'optimisation de l'utilisation des ressources, et la détection proactive des problèmes.

Réseaux Électriques Intelligents (Smart Grids) : L'IoT facilite l'interconnexion des composants des réseaux électriques, permettant une surveillance en temps réel, une gestion automatisée de la distribution d'énergie, et une intégration efficace des énergies renouvelables.

Systèmes de Gestion des Bâtiments : Les objets IoT dans les bâtiments peuvent contrôler l'éclairage, la climatisation, et d'autres équipements pour optimiser l'efficacité énergétique en fonction des conditions environnementales et de l'utilisation.

3.1.4 Sécurité et Confidentialité

En raison de la nature sensible des données collectées par les dispositifs IoT, la sécurité et la protection de la vie privée sont des préoccupations majeures. Des protocoles de sécurité robustes sont essentiels pour éviter les atteintes à la vie privée et les cyberattaques.

3.1.5 Évolution Future de l'IoT

L'IoT continue de se développer avec l'intégration de technologies telles que l'intelligence artificielle (IA) pour une prise de décision autonome et des fonctionnalités prédictives.

L'Internet des Objets offre un potentiel considérable pour transformer la manière dont nous utilisons, gérons et comprenons l'énergie. En intégrant les dispositifs IoT dans les systèmes énergétiques, nous pouvons créer des environnements plus intelligents, plus efficaces et plus durables. Cependant, cela nécessite une attention particulière aux questions de sécurité et de confidentialité pour assurer une adoption responsable de cette technologie émergente.

3.2 Stockage d'Énergie Avancé

Les technologies de stockage d'énergie avancé, offrent une solution flexible pour équilibrer l'offre et la demande, gérer la variabilité des énergies renouvelables et assurer la stabilité du réseau. Les systèmes de stockage de l'énergie avancés sont des technologies conçues pour stocker l'énergie de manière efficace et durable, permettant de répondre aux variations de la demande, d'intégrer des sources d'énergie intermittentes et de soutenir une transition vers des réseaux électriques plus flexibles et durables.

3.2.1 Batteries Lithium-ion

Les batteries lithium-ion sont largement utilisées dans diverses applications, des dispositifs électroniques portables aux véhicules électriques et aux installations de stockage d'énergie. Elles

offrent une densité énergétique élevée, une longue durée de vie et une efficacité relativement élevée.

3.2.2 Batteries à Flux (Flow Batteries)

Les batteries à flux stockent l'énergie sous forme de liquides électrolytes dans des réservoirs séparés. Elles sont adaptées au stockage à grande échelle en raison de leur capacité à fournir une puissance constante pendant des périodes prolongées. Les batteries à flux vanadium sont un exemple courant de ce type de technologie.

3.2.3 Stockage Thermique

Les systèmes de stockage thermique stockent l'énergie sous forme de chaleur. Les technologies incluent les réservoirs de chaleur, les matériaux à changement de phase et les systèmes de stockage thermochimique. Ils peuvent être utilisés pour le chauffage ou la production d'électricité en convertissant la chaleur stockée.

3.2.4 Stockage par Air Comprimé (CAES - Compressed Air Energy Storage)

Le stockage par air comprimé stocke l'énergie en comprimant de l'air à haute pression et en le stockant dans des réservoirs souterrains. Lorsque l'électricité est nécessaire, l'air comprimé est libéré et utilisé pour générer de l'électricité par l'intermédiaire d'une turbine.

3.2.5 Stockage par Volants d'Inertie

Les systèmes de stockage par volants d'inertie stockent l'énergie cinétique en faisant tourner un volant à des vitesses élevées. Lorsque l'énergie est nécessaire, la rotation du volant est convertie en électricité. Ces systèmes sont particulièrement rapides pour répondre aux fluctuations de la demande.

3.2.6 Stockage par Hydrogène

Le stockage de l'énergie sous forme d'hydrogène peut être réalisé par électrolyse de l'eau, produisant de l'hydrogène à partir d'électricité excédentaire. L'hydrogène peut ensuite être stocké et utilisé ultérieurement pour générer de l'électricité par le biais de piles à combustible.

3.2.7 Stockage Magnétique

Les systèmes de stockage magnétique utilisent des aimants pour stocker l'énergie. Les technologies telles que les volants magnétiques et les systèmes de stockage magnétique supraconducteurs sont à l'étude.

3.2.8 Batteries Sodium-ion

Les batteries sodium-ion, une alternative aux batteries lithium-ion, utilisent le sodium comme matériau d'électrode. Elles sont considérées comme moins coûteuses et plus abondantes, ce qui peut contribuer à une approche plus durable du stockage de l'énergie.

3.2.9 Stockage Gravity (Stockage par Gravité)

Les systèmes de stockage par gravité utilisent l'énergie potentielle générée en soulevant des masses lourdes pour stocker l'énergie. Lorsque l'énergie est nécessaire, la masse est abaissée, et l'énergie potentielle est convertie en électricité.

Ces technologies avancées de stockage de l'énergie jouent un rôle essentiel dans la création de réseaux électriques plus résilients, flexibles et durables, en permettant une meilleure gestion des variations de la demande, l'intégration efficace des énergies renouvelables et une utilisation plus efficace des ressources énergétiques. Chaque technologie a ses avantages et inconvénients, et le choix dépend souvent des caractéristiques spécifiques de l'application et des conditions locales.

3.3 Réseaux Électriques Intelligents (Smart Grids)

Les Smart Grids intègrent des technologies de communication et de contrôle avancées pour optimiser la distribution de l'électricité. Des dispositifs tels que les compteurs intelligents, les interrupteurs automatiques et les systèmes de contrôle distribué améliorent la fiabilité et l'efficacité du réseau.

Les réseaux intelligents, également appelés "smart grids" en anglais, sont une composante essentielle de l'interconnexion des réseaux électriques et du management intelligent de l'énergie. Ces systèmes exploitent des technologies de l'information et de la communication pour améliorer la fiabilité, l'efficacité et la durabilité des réseaux électriques.

Surveillance et Gestion en Temps Réel : Les réseaux intelligents permettent la surveillance en temps réel des opérations du réseau électrique. Des capteurs et des dispositifs de mesure sont déployés sur tout le réseau pour collecter des données en temps réel sur la consommation, la production, la qualité de l'énergie, etc.

Communication Bidirectionnelle : Les réseaux intelligents facilitent la communication bidirectionnelle entre les différents composants du réseau. Cela inclut la communication entre les fournisseurs d'énergie, les utilisateurs finaux, les producteurs d'énergie renouvelable, et les dispositifs de contrôle du réseau.

Intégration des Énergies Renouvelables : L'interconnexion des réseaux électriques est souvent associée à l'intégration croissante des énergies renouvelables. Les réseaux intelligents permettent une gestion plus efficace de la production d'énergie à partir de sources renouvelables variables comme le solaire et l'éolien.

Gestion Dynamique de la Demande : Les réseaux intelligents permettent la gestion dynamique de la demande en ajustant la consommation d'énergie des utilisateurs finaux en fonction des conditions en temps réel. Cela peut inclure des programmes incitatifs pour encourager les utilisateurs à décaler leur consommation d'énergie pendant les périodes de demande plus faible.

Distribution Automatisée de l'Énergie : Les réseaux intelligents intègrent des technologies de distribution automatisée de l'énergie. Cela inclut des systèmes de gestion de l'alimentation qui peuvent identifier et isoler les pannes, minimisant ainsi les interruptions d'alimentation et permettant une restauration plus rapide en cas d'incident.

Stockage d'Énergie Intégré : Les réseaux intelligents peuvent intégrer des systèmes de stockage d'énergie avancés. Cela permet de stocker l'énergie excédentaire pendant les périodes de faible demande et de la libérer pendant les périodes de pointe, contribuant ainsi à équilibrer l'offre et la demande.

Réduction des Pertes d'Énergie : Grâce à la surveillance avancée et à la gestion de la charge, les réseaux intelligents contribuent à réduire les pertes d'énergie pendant la transmission et la distribution, améliorant ainsi l'efficacité globale du réseau.

Adaptabilité aux Véhicules Électriques (VE) : Les réseaux intelligents sont conçus pour gérer la charge croissante liée aux véhicules électriques. Ils permettent une recharge intelligente et la coordination avec les pics de demande pour éviter les contraintes sur le réseau.

Plateformes d'Innovation : Les réseaux intelligents offrent une plateforme pour l'innovation continue. Ils permettent le déploiement de technologies émergentes telles que l'intelligence artificielle, la blockchain et l'Internet des objets pour optimiser davantage la gestion de l'énergie. Les réseaux intelligents jouent un rôle essentiel dans la transformation des réseaux électriques traditionnels en systèmes plus résilients, flexibles et durables. L'interconnexion des réseaux électriques, associée à une gestion intelligente de l'énergie, ouvre la voie à une transition énergétique plus efficiente et durable.

3.4 Les systèmes de gestion de la demande

Les systèmes de gestion de la demande permettent de modérer la consommation d'électricité à travers des mécanismes tels que les tarifs variables, les programmes d'effacement de charge, et les dispositifs intelligents. Cela aide à équilibrer la demande et à optimiser l'utilisation des ressources disponibles.

Les systèmes de gestion de la demande visent souvent à réduire les pointes de demande, ce qui peut réduire les coûts d'exploitation et minimiser la nécessité de recourir à des capacités supplémentaires coûteuses pendant les périodes de pointe.■

Les tarifs dynamiques sont souvent utilisés dans les systèmes de gestion de la demande pour refléter la variabilité des coûts de l'électricité en fonction de la demande. Les utilisateurs peuvent être incités à réduire leur consommation pendant les périodes de pointe en offrant des tarifs plus bas pendant les périodes creuses.

Les programmes incitatifs, tels que les remises sur les factures d'électricité ou les récompenses

financières, sont souvent utilisés pour encourager la participation des utilisateurs finaux aux initiatives de gestion de la demande. Ces incitations motivent les consommateurs à adopter des comportements énergétiques plus responsables.

3.5 Véhicules Électriques et V2G (Vehicle-to-Grid)

L'électrification des transports, en particulier les véhicules électriques (VE), offre une opportunité pour le stockage d'énergie distribuée. Le V2G permet aux VE de contribuer au réseau en fournissant de l'énergie stockée lors des pics de demande ou en absorbant de l'énergie lors des périodes d'excédent.

Les VE peuvent participer activement à la gestion de la demande en ajustant leur charge en réponse aux signaux du réseau. Cela peut contribuer à atténuer les pointes de demande et à éviter la nécessité d'infrastructures électriques supplémentaires coûteuses.

Le V2G ouvre la voie à de nouveaux modèles économiques pour les propriétaires de VE, les gestionnaires de flottes et les opérateurs de réseaux électriques, stimulant ainsi l'innovation dans le secteur de la mobilité électrique.

L'intégration des véhicules électriques avec la technologie V2G représente une opportunité prometteuse pour créer des systèmes énergétiques plus flexibles, durables et intelligents. Elle démontre le potentiel des VE pour jouer un rôle actif dans la transition énergétique en contribuant à la stabilité du réseau et à la gestion intelligente de l'énergie.

3.6 Microgrids et Réseaux Locaux

Les microgrids sont des réseaux électriques autonomes qui peuvent fonctionner de manière indépendante ou se connecter au réseau principal. Ils offrent une flexibilité accrue, permettant une gestion décentralisée et une meilleure résilience face aux pannes.

3.3.8 Technologie 5G

Le déploiement de réseaux 5G offre une connectivité rapide et fiable, améliorant la communication entre les équipements du réseau. Cela permet une réponse plus rapide aux variations de la demande et une coordination efficace entre les différents composants du réseau.

3.7 Cloud Computing et Systèmes Distribués

Les solutions basées sur le cloud permettent de stocker et d'analyser de grandes quantités de données en temps réel. Les systèmes distribués facilitent une gestion décentralisée du réseau, améliorant la résilience et la flexibilité opérationnelle.

3.8 Système d'automatisation et de contrôle

Les systèmes d'automatisation et de contrôle avancés permettent de gérer en temps réel les équipements du réseau, d'optimiser les flux d'énergie, de coordonner les opérations entre les différentes parties du réseau, et de réagir rapidement aux variations de la demande et de la

production.

3.9 Intelligence Artificielle dans la Conduite des Réseaux Électriques Interconnectés

L'intelligence artificielle (IA) émerge comme un catalyseur majeur pour révolutionner la conduite des réseaux électriques interconnectés, apportant des avantages significatifs en termes d'efficacité opérationnelle, de résilience et d'optimisation. Explorons de quelle manière l'intelligence artificielle peut être intégrée pour améliorer la gestion et la performance de ces réseaux interconnectés. **Prédiction et Prévision :** L'IA, grâce à des modèles prédictifs sophistiqués, peut anticiper la demande énergétique, les variations de production et les conditions météorologiques influençant la production d'énergie renouvelable. Cette capacité prédictive permet une planification plus précise des opérations, optimisant ainsi l'utilisation des ressources.

Optimisation des Flux d'Énergie : Les algorithmes d'optimisation basés sur l'IA peuvent analyser en temps réel les données du réseau et déterminer la distribution optimale de l'énergie. Cela inclut la gestion des flux entre les différentes régions interconnectées, assurant un équilibre constant entre l'offre et la demande.

Maintenance Prédictive : En intégrant des systèmes d'IA, il est possible de mettre en œuvre une maintenance prédictive des équipements du réseau. L'analyse des données en continu permet d'identifier les défaillances potentielles, réduisant ainsi les temps d'arrêt et améliorant la fiabilité du réseau.

Détection Anomalies et Sécurité : Les capacités d'apprentissage automatique de l'IA sont cruciales pour détecter les anomalies dans le réseau qui pourraient résulter de pannes matérielles, de cyberattaques ou d'autres incidents. En renforçant la sécurité du réseau, l'IA contribue à minimiser les risques de perturbations.

Gestion de la Demande : Les systèmes d'IA peuvent analyser les habitudes de consommation, permettant une gestion intelligente de la demande. Des mécanismes d'ajustement automatisés peuvent être déployés pour répondre de manière dynamique aux variations de la demande, garantissant une distribution équilibrée de l'énergie.

Coordination des Microgrids : L'IA facilite la coordination entre les microgrids au sein d'un réseau interconnecté. En permettant une communication intelligente entre ces entités autonomes, elle optimise l'utilisation des sources d'énergie locales et contribue à la résilience du réseau.

Apprentissage Continu : Les algorithmes d'apprentissage continu permettent à l'IA de s'adapter dynamiquement aux changements dans le réseau. En évaluant en permanence les performances et en ajustant les modèles prédictifs, l'IA garantit une réponse agile aux évolutions du paysage énergétique.

Optimisation des Énergies Renouvelables : L'IA facilite l'intégration harmonieuse des énergies

renouvelables en prédisant les variations de production, en ajustant la distribution de l'énergie en temps réel et en optimisant l'utilisation de ces sources intermittentes.

Réponse aux Urgences : En cas d'incidents majeurs ou d'urgence, l'IA peut aider à coordonner les opérations de rétablissement, identifiant rapidement les zones touchées, redistribuant l'énergie et minimisant les perturbations.

Interfaces Homme-Machine (IHM) Intuitives : L'IA peut être utilisée pour développer des interfaces homme-machine intuitives, permettant aux opérateurs du réseau d'interagir de manière plus efficace avec les systèmes complexes et de prendre des décisions éclairées.

En conclusion, l'intelligence artificielle offre un potentiel considérable pour transformer la gestion des réseaux électriques interconnectés. En exploitant les capacités prédictives, adaptatives et d'optimisation de l'IA, les opérateurs peuvent créer des réseaux plus intelligents, résilients et efficaces, répondant ainsi aux défis croissants d'une demande énergétique en constante évolution.

Conclusion

Le présent chapitre a plongé au cœur de la transformation énergétique en Algérie, mettant en lumière les éléments clés du management intelligent de l'énergie. À travers l'exploration des trois sections dédiées à la conduite des réseaux électriques, l'interconnexion et les technologies émergentes, une vision complète a émergé quant à la manière dont ces aspects convergent pour redéfinir le paysage énergétique de l'Algérie.

En se penchant sur la conduite des réseaux électriques, nous avons souligné l'importance cruciale de la gestion opérationnelle efficace pour garantir la fiabilité du réseau. La mise en œuvre de technologies de pointe, telles que les systèmes de surveillance en temps réel et les dispositifs de gestion de la charge, se révèle être une pierre angulaire de cette conduite intelligente. Ces avancées contribuent non seulement à anticiper et à résoudre les problèmes opérationnels, mais également à accroître l'efficacité globale du réseau.

L'interconnexion, étudiée en deuxième lieu, émerge comme une stratégie incontournable dans le panorama du mix énergétique algérien. En reliant les réseaux électriques à l'échelle nationale et internationale, l'Algérie aspire à une gestion plus flexible et résiliente de sa production et de sa distribution d'énergie. Cette section a mis en lumière la nécessité de collaborations intersectorielles et internationales, soulignant que l'interconnexion n'est pas simplement technique, mais aussi une convergence de politiques, de régulations et d'objectifs partagés.

La dernière section a exploré les technologies émergentes dans le domaine du management intelligent de l'énergie. Des solutions innovantes telles que l'intelligence artificielle, l'Internet des objets (IoT) et les systèmes de stockage avancés émergent comme des catalyseurs de changement. Ces technologies offrent une capacité sans précédent pour surveiller, analyser et optimiser la consommation et la production d'énergie, plaçant l'Algérie à l'avant-garde de l'innovation énergétique.

En combinant ces trois aspects du management intelligent de l'énergie, nous avons tracé le chemin vers une infrastructure énergétique plus intelligente, résiliente et durable en Algérie. Les défis sont inévitables, qu'il s'agisse de l'harmonisation des régulations, de la sécurisation des réseaux interconnectés ou de l'adoption rapide des technologies émergentes. Cependant, ces défis s'accompagnent d'opportunités sans précédent, notamment la réduction des émissions, l'amélioration de l'efficacité énergétique et la création d'un écosystème propice à l'innovation.

Alors que l'Algérie continue sa quête pour une gouvernance énergétique optimale, il est impératif de maintenir le momentum actuel. La collaboration entre les secteurs public et privé, la formation spécialisée, et l'engagement continu dans la recherche et le développement sont des piliers essentiels. Le management intelligent de l'énergie ne se limite pas à une série de technologies, mais émerge comme une culture d'adaptabilité et d'innovation, adaptée aux défis dynamiques du paysage énergétique mondial.

En conclusion, ce chapitre éclaire le rôle central du management intelligent de l'énergie dans la gouvernance du mix énergétique en Algérie. Il nous laisse avec la conviction que la synergie entre la conduite des réseaux, l'interconnexion et les technologies émergentes établira les bases d'une transition énergétique réussie et durable pour l'Algérie.

Le parcours économique de l'Algérie depuis son indépendance a été marqué par des transformations profondes, des défis économiques majeurs et des réponses stratégiques. La gouvernance du mix énergétique, en particulier, a été un élément central de cette trajectoire. De la nationalisation des ressources à la libéralisation progressive, en passant par les chocs pétroliers et les réformes structurelles, l'Algérie a navigué à travers des épreuves complexes.

Après des décennies d'une économie largement dépendante des hydrocarbures, l'Algérie a entrepris des réformes significatives pour diversifier ses sources de revenus et promouvoir une économie plus résiliente. Les indicateurs sociaux ont progressé, démontrant les réussites dans l'amélioration du bien-être de la population. Cependant, la vulnérabilité persistante aux fluctuations des prix du pétrole souligne la nécessité d'une transition énergétique robuste.

L'été 2021 a laissé des cicatrices profondes, témoignant des impacts dévastateurs du changement climatique sur la région. Les incendies ont ravagé des terres, provoquant des pertes humaines et environnementales. Face à cette réalité incontournable, la gouvernance du mix énergétique ne peut plus se permettre d'ignorer les enjeux climatiques.

La question centrale demeure : comment orienter la gouvernance du mix énergétique en Algérie pour favoriser une transition vers des sources durables, tout en assurant stabilité économique et accès énergétique équitable ? Les défis sont multiples, des ajustements légaux et fiscaux aux réformes structurelles, en passant par l'adaptation aux mécanismes de développement propres et aux investissements directs étrangers.

La transition énergétique exige une gouvernance innovante. Cela implique de repenser les modèles économiques, d'orienter les flux financiers vers des investissements durables, et d'adopter une économie de marché tout en répondant aux exigences mondiales. Les opportunités sont là, des technologies émergentes aux collaborations internationales, mais cela nécessite des ajustements rapides et agiles.

La bonne gouvernance demeure la première étape cruciale de cette transition. Elle doit instaurer une stabilité politique et économique, assurer la concrétisation des feuilles de route, et dépolluer les investissements à long terme en les réorientant vers la transition énergétique. Les réformes légales, fiscales, et régulatrices devront accompagner ces changements.

La gouvernance du mix énergétique en Algérie, confrontée aux réalités du changement

climatique et aux exigences de la transition énergétique mondiale, offre une opportunité de redéfinir le futur. Les ajustements nécessaires, bien que complexes, sont essentiels pour positionner l'Algérie en tant que leader dans une économie mondiale en évolution constante. La réussite dépendra de la capacité à embrasser l'innovation, à collaborer internationalement, et à mettre en œuvre des politiques audacieuses. Ainsi, la gouvernance devra être à la hauteur de ces défis, guidant le pays vers un avenir énergétique plus durable, résilient et inclusif.

La gouvernance du mix énergétique en Algérie se profile comme un enjeu majeur à l'intersection des défis politiques, économiques et environnementaux. Ce mémoire a cherché à explorer cette dynamique complexe à travers trois chapitres distincts, chacun contribuant à la compréhension globale des mécanismes nécessaires pour relever ces défis et transformer les menaces en opportunités.

La première partie de notre exploration a mis en lumière la nécessité de transformer les menaces politiques et économiques en opportunités. À travers l'analyse d'une stratégie nationale proactive, nous avons identifié les leviers permettant de prévenir les risques tout en favorisant une croissance économique durable. Le zoom sur les indicateurs économiques en Algérie a offert un éclairage détaillé sur le contexte dans lequel émerge cette transformation, mettant en exergue la complexité des équilibres à atteindre. Enfin, la discussion sur la production centralisée et décentralisée a posé les fondements d'une approche diversifiée et résiliente du mix énergétique.

Le deuxième chapitre a exploré les aspects financiers de la transition énergétique, ancrant notre réflexion dans le concept global de développement durable. Les mécanismes de développement propre ont été identifiés comme des outils cruciaux pour le financement de cette transition, soulignant l'importance de mécanismes internationaux dans l'atteinte des objectifs nationaux. La section sur les investissements directs étrangers a mis en évidence le rôle catalyseur que peuvent jouer ces flux financiers dans le développement des énergies renouvelables, tout en soulignant la nécessité d'une gouvernance transparente et incitative.

Le dernier chapitre s'est penché sur le management intelligent de l'énergie, en identifiant les aspects clés de la conduite des réseaux électriques, de l'interconnexion, et des technologies émergentes. La gestion opérationnelle efficace, la connectivité des réseaux à l'échelle nationale et internationale, ainsi que l'adoption de technologies innovantes ont été présentées comme des piliers indispensables pour une gouvernance énergétique réussie.

En conclusion, la gouvernance du mix énergétique en Algérie requiert une approche intégrée,

harmonisant les dimensions politique, économique, sociale et environnementale. La transformation des menaces en opportunités nécessite un engagement continu envers des politiques favorables, des mécanismes de financement novateurs et une adhésion résolue aux principes du développement durable. L'Algérie, à l'aube de cette transformation, est appelée à jouer un rôle central dans la transition énergétique régionale et mondiale. La réussite de cette entreprise repose sur la collaboration étroite entre les acteurs nationaux et internationaux, ainsi que sur une vision stratégique guidée par l'innovation et l'adaptabilité. En forgeant une gouvernance robuste et dynamique, l'Algérie peut non seulement assurer sa sécurité énergétique mais aussi contribuer de manière significative à la lutte mondiale contre le changement climatique.

Bibliographie

Ouvrages

- B. Chabot, énergie renouvelables in Encyclopaedia Universalis, 2001.
- Banque Africaine de Développement BAD. *Les ressources naturelles au service du développement durable de l'Afrique* : ECONOMICA Paris 2008.
- Beat Burgenmeier, Economie du développement durable, 2eme édition, De Boeck, 2005.
- Beat Burgenmeier, «politiques économiques du développement durable», Edition 1^{re} édition : format, août, 2008.
- Ben E. Law and Charles W. Spencer, 1993, « Gas in tight reservoirs-an emerging major source of energy » in David G. Howell (ed.), The Future of Energy Gasses, US Geological Survey, Professional Paper 1570.
- Boquet Yves. *Les Etats-Unis* : Belin Paris 2003.
- Cyria Emelianoff, «les agendas 21 locaux : quels apports sous quelles latitudes ? », Développement durable est territoires, Ed : Lodel, 2005.
- E.Hau, Wind Turbines, Fundamentals, Technologies, Application, Economics, 2nd ed. Springer, 2005.
- Jean-Claude Van Duysen et Stephane Jumel, Le développement durable, L'Harmattan, Paris, 2008.
- Jean Yves Martin, op.cit., P75
- Hoslevittorio, «philosophie de la crise écologique» Ed : payot et rivages, 2011.
- Giljum, S., Behrens, A., Hintergerber, F., Lutz, C. and Meyer, B. (2008), Modelling scenarios towards a sustainable use of natural resources in Europe. In: Environmental Science and Policy 11 (3), 204-216.
- Lévêque Christian et Sciama Yves. *Développement durable Nouveau bilan* Quai des sciences : Dunod Paris 2008.
- Kinvi Logossah, «Tourisme et développement durable», Editions Publibook, 2005.
- Nawfal M, Valorisation catalytique du biogaz pour une énergie propre et renouvelable, Université du Littoral Côte d'Opale, 2015.

- Paolo Baracchini, Guide a la mise en place du management environnemental en entreprise selon ISO 14001, 3eme édition, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2007.
- Patrick De Wever et François Baudin, Du vert au noir : le charbon, EDP Sciences, 2015.
- PAULET (J.P), le développement durable, ellipses, Paris, 2005.
- Pierre SEVETTE. L'économie de l'énergie dans les pays en voie de développement presses universitaire de France. Paris 1963.
- R.J.LAWRENCE «introduction au développement durable», (CUEH-université de Genève, 2007.
- Roger Dumon, Le renouveau du charbon, Masson, 1981.
- Roger Peyturaux, «l'énergie solaire», deuxième Edition Presses universitaire de France, 1975.
- VAN DUYSSEN Jean-Claude et JUMEL Stéphanie. *Le développement durable* : l'HARMATTAN Paris 2008.
- Wackermann Gabriel. *Le développement durable* : Ellipses Paris 2008.
- Yvette Veryt ; jacqueline Jalta «développement durable, tous les enjeux en douze leçons» Edition autrement, 2010.

Thèses

- M. BOUDIA. Sidi Mohamed, optimisation de l'évaluation du gisement énergétique éolien par simulation numérique et contribution à la réactualisation de l'Atlas des vents en Algérie, thèse de Doctorat, Université de Tlemcen, 2013.
- Paul Hugues, Stratégies technologique et réglementaire de déploiement des filières bioénergies françaises (thèse de doctorat), Sophia-Antipolis, Ecole des Mines de Paris, 2015.
- Soltane Belakehal «conception et commande des machines à aimants permanents dédiées aux énergies renouvelable», these de doctorat, université de constantine, 2010.

Mémoires

- Abdelhamid Belguidoum. Les aspects technologiques des éoliennes et leur utilisation dans la production d'énergie dans les zones arides. PhDthesis, Université Mohamed Khider de Biskra, 2013.
- BENCHARIF, Samir. Variation des paramètres mécaniques pour l'optimisation du rendement d'une éolienne. 2015. Mémoire de fin d'étude master académique. Université Mohamed Khider Biskra.
- BENALI OUSSAMA. Evaluation de potentiel énergétique éolien dans la région Sud-est du Sahara algérienne. 2015. Mémoire de Master académique. Université Kasdi Merbah Ouargla.
- OUKRID (A.) mémoire de licence « entreprise-environnement : enjeux d'un développement durable », UAMB, 2005.

Revues

- Emilie Thuillier, Frédéric Paran et Vincent Roche, «les agendas 21 locaux : un difficile passage du savoir à l'action», vertigo – la revue électronique en sciences de l'environnement, Volume 3 Numéro 3 / décembre 2002, mis en ligne le 01 décembre 2002

Articles ET documents institutionnels

- A Clean Planet for all - A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy, Commission européenne, 28 November 2018.
- Action 2000, stratégie de développement durable du ministère des affaires étrangères et du Commerce international, Ministère des affaires étrangères et du commerce international, Canada, 1997)
- Agence Internationale des Energies Renouvelables (IRENA), rapport 2017.
- Ali Sharif, Tight gas resources in Western Australia, Western Australia Department of Mines and Petroleum, September 2007.
- Article 194-§ 1-c du Le traité sur le fonctionnement de l'Union européenne(TFUE).
- Coralie Schaub, « Le gaz naturel, une solution un peu trop fossile », Libération.fr, 21 septembre 2017.

- Classement des pays producteurs et exportateurs de pétrole, Les fonds souverains, 22 juin 2011.
- Classement des pays producteurs de gaz naturel, Les fonds souverains, 24 juin 2011.
- Dictionnaire de l'Académie française, sur Centre national de ressources textuelles et lexicales, « Pétrole ».
- Directive 2001/77/CE du Parlement européen et de conseil de 27 septembre 2001, relative à la promotion de l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables sur le marché intérieur de l'électricité.
- E-Houari DILMI, «alors que 85% du sol Algérien reste inexploité ; 60 milliards de dollars pour les énergies renouvelables», le quotidien d'Oran, lundi 28 octobre 2013. MIS À JOUR JUIN 1, 2018
- Energie renouvelable : mise en service de la ferme éolienne d'Adrar, Article publié sur Sonelgaz.dz/actualités le 05/07/2014.
- Energies renouvelables: Publication d'un nouvel atlas éolien de l'Algérie, Samedi 07 Avril 2018.
- F. Chellali, A. Khellaf, A. Belouchrani, A. Reciou, A contribution in the actualization of wind map of Algeria, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2011.
- IEA (international energy agency), Renewables in Global Energy Supply an IEA Fact Sheet, 2002
- Gaz de schiste ou gaz de shale, Office québécois de la langue française, consulté 2019.
- GUERRI Ouahiba, Coût de production de l'électricité d'origine éolienne en Algérie, Bulletin des Energies Renouvelables, Vol 39, Publication du Centre de Développement des Energies Renouvelables, Alger, 2016.
- Gro Harlem Brundtland, «Rapport de la commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'ONU, Notre avenir à tous », Editions Lambda, adéquations, avril 1987.
- Guide des Energies Renouvelables, Ministère de l'Energie et des Mines Algériennes ; Edition 2007.
- Kasbadji Merzouk N. et H. Daaou., « Cartes Saisonnières du Vent en Algérie ». Journée d'études : Météorologie et Climatologie entre sciences et prise de décision, ONM/Alger, 2001.
- L. Aiche, 'Etude des Modèles d'Extrapolation Verticale du Profil du Vent', Rapport de Stage, CDER, 1995.

- L'Agence Nationale des Barrages et Transferts en sa qualité de maître d'ouvrage délégué sous la tutelle du ministère des Ressources en eau est chargée de la mise en œuvre des programmes nationaux de mobilisation et de transfert des eaux superficielles.
- L'article 29 de la loi 2005-781 de programmation fixant les orientations de la politique énergétique dite « POPE », du 13 juillet 2005 ; « Article L211-2 du Code de l'énergie».
- L'expression « gaz de houille » est utilisée par le ministre français Arnaud Montebourg (Montebourg plaide pour le gaz de houille "made in France" (Le Mondele 20.02.2013).
- L'extraction mondiale de matériaux atteint... 70 milliards de tonnes par an, sur Reporterre le quotidien de l'écologie 30 mars 2019.
- Ministère de l'Environnement et des Energies Renouvelables N° 16 Septembre 2017.
- PNUD (le programme des Nations unies pour le développement),«RAPPORT SUR L'ECONOMIE CREATIVE,ELARGIE LES VOIES DU DEVELOPPEMENT LOCAL», EDITION SPECIALE, Etats-Unis,2013.
- Programme des énergies renouvelables, CREG, Adrar, Mars, 2015.
- Programme des Energies Renouvelables en Algérie, Ministère de l'Energie.
- Raphael Bloch, « Le plus grand gisement de pétrole au monde n'est plus saoudien », sur Les Échos, 2 avril 2019.
- Rapport de l'Agence Internationale des Energies Renouvelables (IRENA) intitulé «Renewable Power Generation Costs in 2017 », Abu Dhabi, 2018.
- Samy BOUCHAIB. Objectifs du nouveau programme des énergies renouvelables en Algérie (2015-2020-2030). Le 24/02/2015.
- Sonatrach : premier groupement pétrolier en Afrique, F. Abdelghani, D'après El khabar, Algeria ISP, 6 mars 2011.
- Sylvie ALEXANDRE, Philipe SCHMIT, «le future schéma régional d'aménagement et de développement durable du territoire : un schéma régional intégrateur?», Décembre 2014.
- TEDDIF Journée : « Le développement durable et l'agenda 21 locale», guide pour les collectivités locales, ARENE, ile de France, 4février2004.
- World Nuclear Power Reactors & Uranium Requirements, World Nuclear Association, 1er janvier 2013

Sites internet

- http://www.eia.doe.gov/oil_gas/natural_gas/special/ngresources/ngresources.html.
- <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/10/World-Energy-Resources-Full-report-2019.08.03.pdf>
- <http://www.ambafrance-cn.org/II-Le-developpement-du-nucleaire>
- <http://www.snclavalin.com/fr/projects/taksebt-water-transfer-project.aspx>
- www.itinerairesdecitoyennete.org/journees/dd/index.php?option=com...id
- <http://www.elements.nb.ca/theme/energy07/YvesChristine/YvesChristine.htm>.
- www.portail.cder.dz

Liste des tableaux

Tableau	Intitulé
1	Evolution du PIB en Algérie
2	Evolution des Réserves de Changes en Algérie
3	Evolution des Taux de croissance en Algérie
4	Evolution des Soldes Compte courant en Algérie
5	Evolution de la Balance Commerciale en Algérie
6	Evolution du Volume Global des Changes en Algérie
7	Evolution du Taux d'inflation en Algérie
8	Evolution du Taux de Chômage en Algérie
9	Evolution de l'encours de la dette extérieur en Algérie
10	Evolution de la dette publique intérieure en Algérie
11	Evolution des IDE en Algérie
12	Avantages et inconvénients des énergies fossiles
13	Avantages et inconvénients des EnR
14	Dates clés du DD
15	Evaluation des bénéfices du MDP sur les dimensions du DD

Liste des figures

Figure	Intitulé
1	Etapes de fonctionnement d'une centrale hydro-électrique
2	Etapes de fonctionnement d'une centrale éolienne
3	Etapes de fonctionnement d'une centrale PV
4	Schéma de principe de la production d'électricité dans des centrales PV
5	Modèle définissant le développement durable selon Sadler et Jacobs
6	Les Piliers du DD
7	Bénéfices des projets MDP péruviens sur le DD par critères
8	Bénéfices des projets MDP péruviens sur le DD par type
9	Organisation du système de conduite des postes
10	Condition pour fournir une énergie de qualité à tout instant
11	Evaluation de la consommation annuelle d'électricité en France
12	Energie moyenne consommée par jour ouvrable chaque semaine de l'année 1999
13	Courbes de charge de deux journées extrêmes
14	Courbes de charge de deux journées consécutives avec 2 à 3°C de différence
15	Courbes de charges de 2 jours consécutifs avec nébulosité constatée
16	Etablissement de la courbe de charge
17	Architecture du système de conduite national
18	Effet du déséquilibre d'un réseau électrique

Table des matières

LISTE DES ABREVIATIONS	1
SOMMAIRE	3
INTRODUCTION GENERALE.....	5
1 LA PROBLEMATIQUE	7
2 LES MOTIFS DU CHOIX DU THEME	7
INTRODUCTION DU CHAPITRE 1 : FAIRE D'UNE MENACE UNE OPPORTUNITE.....	9
1 UNE STRATEGIE POUR EVITER UNE MENACE ECONOMIQUE ET NATIONALE.....	9
1.1 Une stratégie de sortie de crise	10
1.2 Entre volonté de transition énergétique et dépendance aux hydrocarbures.....	12
1.3 Bilan des programmes de développement des énergies renouvelables en Algérie.....	13
1.4 Etats des lieux du programme de développement des énergies renouvelables 2011-2014.....	14
1.5 Pourquoi développer les énergies renouvelables en Algérie... ..	15
1.6 Les avantages du développement des énergies renouvelables en Algérie.....	18
2 ZOOM SUR LES PRINCIPAUX INDICATEURS ECONOMIQUE EN ALGERIE.....	20
2.1 Produit Intérieur Brut PIB	20
2.2 Répartition du PIB/hors hydrocarbures.....	21
2.3 Réserves de changes	21
2.4 Réserves d'or.....	22
2.5 Croissance.....	22
2.6 Part des Hydrocarbures	22
2.7 Fiscalité Pétrolière	22
2.8 Solde Compte Courant	23
2.9 Balance Commerciale	24
2.10 Volume Global des Echanges	24
2.11 Inflation	24
2.12 Chômage.....	25
2.13 Dette extérieure	26
2.14 Dette publique extérieure	26
2.15 Flux des investissements directs étrangers	27
3 Production centralisée et décentralisée	27
3.1 Différentes sources d'énergies	28
3.1.1 Sources d'énergie non renouvelables	28
3.1.1.1 Le pétrole	28
3.1.1.2 Le Gaz Naturel.....	28
3.1.1.3 Le charbon	29
3.1.1.4 Le gaz de schiste	29
3.1.1.5 L'uranium	30
3.1.2 Les sources d'énergies renouvelables	30
3.1.2.1 L'énergie hydro-électricité	30
3.1.2.2 L'énergie éolienne	31
3.1.2.3 L'énergie solaire	33

Table des matières

3.1.2.4 L'énergie Biomasse	34
3.2 Avantages et inconvénients des ressources fossiles.....	35
3.3 Avantages et inconvénients des énergies renouvelables	36
3.4 Avantages des énergies renouvelables par rapport aux énergies fossiles.....	37
CONCLUSION CHAPITRE 1	38
INTRODUCTION CHAPITRE 2 : FINANCEMENT DE LA TRANSITION ENERGETIQUE ET DEVELOPPEMENT DURABLE.....	39
 1 APPROCHE AU CONCEPT DU DEVELOPPEMENT DURABLE.....	 40
1.1 Définition du concept de développement durable	40
1.2 Historique de développement durable.....	
1.3 Les caractéristique et les enjeux du développement durable.....	47
1.3.1 Les caractéristiques du développement durable	47
1.3.2 Les enjeux du développement durable.....	48
1.3.2.1 Les enjeux environnementaux du développement durable.....	49
1.3.2.2 Les enjeux sociaux du développement durable	49
1.3.2.3 Les enjeux économiques de développement durable	51
1.4 Développement durable et énergie	53
1.4.1 Les engagements internationaux dans le secteur de l'énergie.....	53
1.4.2 Les objectifs européens et nationaux de production d'énergies renouvelables.....	54
1.5 L'efficacité des énergies renouvelables dans le développement durable.....	55
2 LE MECANISME DU DEVELOPPEMENT PROPRE UN OUTIL POUR L'ACCELERATION DE LA TRANSITION ENERGETIQUE.....	56
2.1 Le fonctionnement du mécanisme du développement propre	57
2.2 L'apport du MDP au Pérou	58
2.2.1 Résultats de la contribution du MDP aux dimensions du développement durable au Pérou.....	58
2.2.2 La prédominance des projets hydroliques.....	59
2.3 La Chine principale bénéficiaire des projets MDP.	61
3 L'INVESTISSEMENT DIRECT ETRANGER EN ALGERIE.....	63
3.1 Le cadre légal	63
3.1.1 Définition de l'investissement	63
3.1.2 Définition de l'investissement de création.....	64
3.1.3 Définition de l'investissement d'extorsion.....	64
3.1.4 Définition de l'investissement de réhabilitation.....	65
3.1.5 Liberté d'investissement et partenariat algérien.....	65
3.1.5.1 La liberté d'investir.....	65
3.1.5.2 Le partenariat.....	66
3.1.4.3 Autorisation préalables des services habilités.....	67

Table des matières

3.2 Garanties- Protections – conventions conclues par l’Algérie.....	66
3.2.1 Les garanties.....	67
3.2.2 Réquisitions administratives	67
3.2.3 Droit de recours.....	67
3.2.4 Obligations de l’investisseur	67
3.3 Le transfert des capitaux	68
3.3.1 La procédure de transfert.....	68
3.4 Le financement des investissements.....	69
3.4.1 Mise en œuvre des avantages.....	69
3.4.1.1 Avantages pour la phase de réalisation	69
3.4.1.2 Avantages pour la phase d’exploitation.....	70
3.4.2 Obligation de réinvestissement des bénéfices	71
3.5 Eléments clés de la passation des marchés publics aux IDE	71
3.5.1 L’appel d’offres.....	71
3.5.2 Qualification et soumission de l’offre	72
3.6 Les institutions chargées de la promotion des investissements	72
3.6.1 Le conseil national de l’investissement CNI	72
3.6.2 Agence Algérienne de promotion de l’investissement AAPI	73
3.6.3 Les guichet uniques	74
3.6.4 Plateforme numérique de l’investisseur	74
CONCLUSION CHAPITRE 2	75
INTRODUCTION CHAPITRE 3 : LE MANAGEMENT	
INTELLIGENT DE L’ENERGIE.....	77
1 CONDUITE DES RESEAUX ELECTRIQUES	78
1.1 Définition d’un système électrique.....	78
1.2 Notion et objectif de la conduite	78
1.3 Principaux critères à prendre en compte pour les prévisions	81
1.3.1 Critères de la qualité de service	81
1.3.1.1 La consommation annuelle	81
1.3.1.2 Modulation journalière de la demande	82
1.4 Prévision de la demande	85
1.4.1 Exploitation du système électrique	86
1.5 Composition du centre de conduite	87
1.5.1 Les réseaux de télécommunication en fibre optique	87
1.5.2 L’effet du déséquilibre Production- Consommation	88
2 L’INTERCONNEXION.....	88
2.1 Les avantages de l’interconnexion.....	90
2.1.1 L’optimisation des ressources.....	90
2.1.1.1 Diversification des sources d’énergies	90
2.1.1.2 Utilisation maximale des énergies renouvelables.....	90
2.1.1.3 Gestion des pointes de demande	90
2.1.1.4 Optimisation de la production conventionnelle	90
2.1.1.5 Economies d’échelles... ..	91
2.1.1.6 Exemples des avantages de l’interconnexion	
dans l’optimisation des ressources.....	91
2.2.2 Gestion des variations de la demande	93
2.2.2.1 Equilibrage des sources d’énergie	93
2.2.2.2 Coordination entre opérateurs de réseau	93
2.2.2.3 Amortissement des chocs locaux... ..	93

Table des matières

2.2.2.4 Utilisation de la technologie...	93
2.2.2.5 Exemples des avantages de l'interconnexion lors d'évènements isolés.....	93
2.3 Défis liés à l'interconnexion	95
2.3.1 Diversité des acteurs	95
2.3.2 Variabilité des sources d'énergies	95
2.3.3 Gestion de la fréquence et de la tension	95
2.3.4 Sécurité des systèmes d'information	95
2.3.5 Coopération internationale	96
2.3.6 Planification à long terme	96
2.3.7 Maintenance et opérations coordonnées	96
2.3.8 Equilibrage financier	96
2.3.9 Illustration de sa transcendance géographique	96
3 TECHNOLOGIES EMERGENTES DANS LE MANAGEMENT INTELLIGENT DE L'ENERGIE.....	98
3.1 Internet des objets (IoT)	98
3.1.1 Capteurs et actuateurs	98
3.1.2 Connectivité	98
3.1.3 Applications dans le domaine de l'énergie	99
3.1.4 Sécurité et confidentialité	99
3.1.5 Evolution future de l'IoT	99
3.2 Stockage de l'énergie avancé	99
3.2.1 Batteries Lithium-Ion	99
3.2.2 Batteries à flux	100
3.2.3 Stockage thermique	100
3.2.4 Stockage par air comprimé	100
3.2.5 Stockage par volants d'inertie	100
3.2.6 Stockage par Hydrogène	100
3.2.7 Stockage magnétique	100
3.2.8 Batteries Sodium	100
3.2.9 Stockage par gravité	100
3.3 Réseaux Electriques Intelligent (SMART GRID)	101
3.4 Les systèmes de gestion de la demande	102
3.5 Véhicules électriques et Vecule to Grid	103
3.6 Microgrids et réseaux locaux	103
3.7 Cloud Computing et systèmes distribués	103
3.8 Systèmes d'automatisation et de contrôle	103
3.9 Intelligence artificielle dans la conduite des réseaux électriques	103
CONCLUSION CHAPITRE 3	106
CONCLUSION GENERALE	108
BIBLIOGRAPHIE	111
LISTE DES TABLEAUX.....	117
LISTE DES FIGURES.....	118

Résumé

Dans le vaste désert algérien, où le soleil règne en maître, se dessine une quête de lumière et d'équilibre. "La gouvernance du mix énergétique en Algérie" explore ce voyage, où la menace de l'épuisement des hydrocarbures se transforme en opportunité d'innovation et de durabilité. Le mémoire débute par une problématique poignante : comment naviguer vers un avenir énergétique plus vert, tout en respectant les réalités économiques et nationales ?

Les premiers chapitres plongent dans les stratégies déployées pour éviter une crise, équilibrant la volonté de transition énergétique et la dépendance persistante aux hydrocarbures. À travers un bilan critique des programmes de développement des énergies renouvelables entre 2011 et 2014, l'auteur met en lumière les avantages cruciaux de cette transition pour l'Algérie, nation riche de ressources naturelles mais en quête de diversification.

Le cœur du mémoire bat au rythme des indicateurs économiques nationaux, révélant les défis et les potentiels inexploités. La discussion s'étend des sources d'énergie non renouvelables comme le pétrole et le gaz naturel aux promesses des énergies renouvelables : l'hydroélectricité, l'éolien et le solaire. Chaque source est scrutée, pesant ses avantages et ses inconvénients, dans une danse délicate entre le passé et le futur.

La deuxième partie s'ancre dans le financement de la transition énergétique, éclairant le concept de développement durable et les mécanismes internationaux tels que le Mécanisme de Développement Propre. Des exemples tirés du Pérou et de la Chine illustrent comment ces outils peuvent accélérer la transition en Algérie, attirant les investissements étrangers tout en promouvant la durabilité.

Le troisième chapitre se tourne vers le futur, explorant les technologies émergentes dans le management intelligent de l'énergie. Du stockage avancé aux réseaux électriques intelligents, en passant par l'Internet des objets et l'intelligence artificielle, chaque innovation est une brique dans l'édifice d'un système énergétique plus résilient et efficace.

Ainsi, ce mémoire n'est pas seulement une analyse technique, mais un poème dédié à la quête d'une Algérie lumineuse et durable, où chaque décision est une note dans la symphonie complexe de la gouvernance énergétique.

Mots clés : Mix énergétique en Algérie - Transition énergétique - Énergies renouvelables - Développement durable - Investissement direct étranger (IDE) - Management intelligent de l'énergie – Mécanismes de développement propre (MDP)

Abstract

In the vast Algerian desert, where the sun reigns supreme, unfolds a quest for light and balance. "The Governance of the Energy Mix in Algeria" delves into this journey, where the threat of hydrocarbon depletion transforms into an opportunity for innovation and sustainability. The thesis begins with a poignant issue: How to be able navigate towards a greener energy future while respecting economic and national realities?

The initial chapters delve into strategies deployed to avert a crisis, balancing the desire for an energy transition with persistent hydrocarbon dependency. Through a critical assessment of renewable energy development programs between 2011 and 2014, the author highlights the crucial advantages of this transition for Algeria, a nation rich in natural resources yet seeking diversification.

The core of the thesis beats to the rhythm of national economic indicators, revealing both challenges and untapped potentials. The discussion spans from non-renewable energy sources such as oil and natural gas to the promises of renewables: hydroelectricity, wind, and solar. Each source is scrutinized, weighing its benefits and drawbacks in a delicate dance between past and future.

The second part anchors itself in the financing of the energy transition, shedding light on the concept of sustainable development and international mechanisms such as the Clean Development Mechanism. Examples from Peru and China illustrate how these tools can accelerate the transition in Algeria, attracting foreign investments while promoting sustainability.

The third chapter looks to the future, exploring emerging technologies in smart energy management. From advanced storage to smart grids, from the Internet of Things to artificial intelligence, each innovation is a building block in constructing a more resilient and efficient energy system.

Thus, this thesis is not merely a technical analysis but a poem dedicated to the quest for a luminous and sustainable Algeria, where each decision is a note in the complex symphony of energy governance.

Keywords: Energy Mix in Algeria - Energy Transition - Renewable Energies - Sustainable Development - Foreign Direct Investment (FDI) - Smart Energy Management - Clean Development Mechanisms (CDM)