
Partie I

La transition énergétique émergente :
cadres contextuel, conceptuel
et technique

Introduction de la première partie

Le modèle énergétique qui se diffuse actuellement dans le monde, et dans lequel s'inscrit le modèle maghrébin dominé par les hydrocarbures, se confronte à deux contraintes majeures : (i) la raréfaction des énergies de stock (charbon, gaz naturel, pétrole, uranium) à l'échelle humaine (Merlin, 2008 ; Rojey, 2008 ; Chevalier *et alii*, 2012), contrainte souvent associée à une autre préoccupation – la volatilité de cours de l'énergie –, et (ii) le phénomène du réchauffement climatique d'origine anthropique (Rojey, 2008 ; Tsayem-Demaze, 2011 ; Deshaies, Baudelle, 2013). Ce modèle dominant repose sur un système énergétique carboné et énergivore qui s'est construit au moment des Révolutions Industrielles successives, amorcées dans les Îles Britanniques à la fin du 18^{ème} siècle, et qui s'est depuis diffusé dans de nombreuses régions du monde (Ahuja, Tatsutani, 2008). Il repose sur une exploitation massive d'énergies de stock, non renouvelables, et à haut rendement. Ces limites justifient d'engager une transition vers un système énergétique plus sobre et plus durable, faisant une place plus importante aux énergies renouvelables (énergies de flux).

La première partie pose les cadres à la fois contextuel, conceptuel et technique, nécessaires pour appréhender le processus de transition énergétique émergente au Maghreb. Elle vise à définir les temporalités et les spatialités de la transition énergétique « bas carbone ».

└ Le **chapitre 1** caractérise les contraintes énergétiques et climatiques mondiales qui justifient d'engager une transition énergétique « bas carbone » et replace le processus dans un cadre d'action plus global. Il montre notamment en quoi le modèle énergétique maghrébin est non durable.

└ Le **chapitre 2** construit un cadre conceptuel à notre recherche, qui se nourrit de travaux de plusieurs disciplines des Sciences Humaines et Sociales (SHS). Au travers de la littérature sur les systèmes sociotechniques, le chapitre montre la pertinence d'une approche systémique et multidimensionnelle de la transition énergétique « bas carbone » ainsi que les apports de la géographie dans son analyse. En replaçant la transition énergétique « bas carbone » dans un temps long, il questionne l'opérabilité du concept de transition énergétique au Maghreb.

└ Le **chapitre 3** pose l'énergie solaire comme une opportunité majeure dans la mise en œuvre de la transition énergétique. Il questionne la (re)configuration du système technique avec le déploiement des technologies solaires et hybrides au Maghreb.

└ Le **chapitre 4** définit les impératifs énergético-climatiques auxquels fait face la région méditerranéenne, qui en font un laboratoire d'examen de la transition énergétique. La Méditerranée se révèle être par là-même une échelle pertinente d'analyse.

Chapitre 1

Les contraintes énergétiques et climatiques mondiales : la remise en cause du modèle énergétique maghrébin

Le modèle énergétique dominant, qui a émergé et s'est façonné dans les Pays du Nord (PN), s'est progressivement étendu aux Pays Émergents et des Suds (PES) (Gras, 2015). Le décollage économique actuel des PES (Jaffrelot, 2008) explique l'extension de ce système énergétique carboné aux PES. Cela se traduit notamment par des niveaux élevés de consommation énergétique, jusqu'ici jamais atteints. De toute l'histoire de l'humanité, les sociétés humaines n'ont jamais exploité les ressources naturelles avec une telle ampleur et à une échelle aussi vaste (Deshaies, Baudelle, 2013). L'exploitation intensive de ces ressources a un impact considérable sur les milieux (Gras, 2015). Les coûts environnementaux et économiques induits ou attendus sont très importants. Face à cette préoccupation planétaire, les PES doivent cependant continuer à prétendre à la croissance au même titre que les PN, considérés comme les pollueurs historiques (Delannoy, 2012 ; Aykut, Dahan, 2014).

Le **chapitre 1** caractérise les contraintes énergétiques et climatiques mondiales qui favorisent l'amorce d'une transition énergétique « bas carbone ». L'étude se focalise sur les PES. Le Maghreb est en effet tantôt analysé pour lui-même, tantôt inclus dans l'analyse des PES. La première partie s'attache à dégager les tendances énergétiques actuelles et prévisionnelles, à partir d'une approche régionalisée. Elle montre que le modèle énergétique maghrébin, et plus largement arabe, illustre le « tout hydrocarbures » (I). Après avoir mis en évidence le lien existant entre l'activité énergétique et la hausse des émissions de gaz à effet de serre (GES), la deuxième partie présente le régime international de lutte contre le changement climatique et questionne l'implication des pays du Maghreb dans cette lutte (II). La troisième partie replace le processus de transition énergétique dans un cadre d'action plus global, le développement durable, et tente de saisir la manière dont les PES et les pays du Maghreb s'approprient ou sont en mesure de s'approprier ses injonctions et modalités (III).

I- Des tendances énergétiques mondiales insoutenables.

La mise en contexte de la transition énergétique émergente doit, au préalable, faire l'objet d'une clarification notionnelle autour des termes d'énergie, de système énergétique et de réseau électrique. Cette section fait la lumière sur les caractéristiques associées aux

différentes filières énergétiques, notamment renouvelables (A). La croissance exponentielle de la demande énergétique dans les PES, confirmée par les scénarii prévisionnels, fait redouter une raréfaction précipitée des énergies de stock. Une limite qui se pose inévitablement aux pays du Maghreb dont le mix de consommation illustre une tendance spécifique au monde arabe, le « tout hydrocarbures » (Favennec, 2009 ; Mons, 2011) (B).

A- Énergie, système énergétique et réseaux électriques : usages et définitions.

1- Énergie et convertisseurs énergétiques.

« L'énergie est, au sens général, l'apport nécessaire à un système matériel pour lui faire subir une transformation (déplacement, modification de la forme ou changement de structure) » (Mérenne-Schoumaker, 2007a, p. 15). Ce terme désigne la capacité qu'a un corps ou un système de produire le travail susceptible d'entraîner un mouvement, une production de chaleur ou d'ondes électromagnétiques (Hermans, 2014).

L'énergie est à la base de multiples activités humaines et le progrès socio-économique est difficilement concevable sans elle. En effet, « la production et l'utilisation de l'énergie sont une des conditions techniques fondamentales de la production en général et de la progression des sociétés humaines. De leur importance dépend l'aptitude des divers groupements humains à produire ce qui leur est nécessaire pour vivre et pour assurer leur indépendance économique et politique » (George, 1950, p. 7).

Au cours du 19^{ème} siècle, les travaux des scientifiques font émerger un nouveau domaine de la physique : la thermodynamique (Fréris, Infield, 2013). Il s'appuie sur deux principes fondamentaux : l'énergie ne peut être ni créée ni détruite. Seule sa transformation est possible. La transformation subie par l'énergie, quelle qu'elle soit, est irréversible et « la quantité d'énergie finale est toujours inférieure à la quantité d'énergie brute de départ » (Debeir et alii, 2013, p. 19). Aussi, « toute transformation s'accompagne de pertes parfois importantes » (Mérenne-Schoumaker, 2007b, p. 98).

Pour être consommées, les énergies doivent subir une transformation. Quatre stades peuvent être distingués : (i) l'énergie primaire est l'énergie telle qu'elle est fournie par la nature (le pétrole brut, les schistes bitumineux, le gaz naturel, les combustibles minéraux solides, la biomasse, le rayonnement solaire, l'énergie hydraulique, l'énergie éolienne, la géothermie, l'énergie nucléaire) ; (ii) l'énergie secondaire est une énergie primaire ayant subi une transformation (essence, électricité, etc) ; (iii) l'énergie finale est l'énergie qui est distribuée au consommateur via des circuits et des réseaux de distribution ; et enfin (iv) l'énergie utile est celle qui procure le service énergétique recherché par l'utilisateur final (chaleur diffusée dans

les bâtiments ; intensité lumineuse d'une lampe, etc) (Mons, 2011 ; Mosseri, Jeandel, 2013 ; Hermans, 2014).

La transformation de l'énergie « brute » en des formes utilisables renvoie au rôle des convertisseurs énergétiques, qu'ils soient biologiques (plantes, hommes, etc.) ou artificiels (roues hydrauliques, machines à vapeur et, plus récemment, les cellules photovoltaïques etc.). La capacité de ces convertisseurs à dégager un surplus énergétique, autrement dit leur rendement, est essentiel. Pour les sociétés humaines, la question énergétique repose le plus souvent sur un problème de convertisseur plutôt que sur un problème de source. L'histoire de l'énergie correspondrait ainsi à celle des convertisseurs énergétiques (Debeir *et alii*, 2013).

Il existe différentes formes d'énergie : chimique, thermique, rayonnante, électrique, nucléaire, mécanique etc. L'énergie est classée en deux catégories : (i) Puisées dans le sol, les énergies dites de « stock » sont issues des gisements de combustibles fossiles (charbon, gaz naturel et pétrole) et d'uranium (nucléaire) et se caractérisent par leur finitude à l'échelle humaine ; et (ii) les énergies dites de « flux » sont générées par des processus naturels tels que le vent (énergie éolienne), le rayonnement solaire (photovoltaïque ou thermique), l'eau (hydroélectricité), la chaleur de la terre (géothermie), les végétaux et les déchets (biomasse). Elles sont renouvelables (Mérenne-Schoumaker, 2007a ; Mons, 2011).

Parmi les énergies de stock, les hydrocarbures – pétrole et gaz – sont considérés comme conventionnels ou non conventionnels. La distinction entre les deux tient aux conditions de leur extraction du sous-sol. L'industrie exploite traditionnellement les roches réservoirs les plus perméables qui renferment les hydrocarbures qui s'y sont concentrés. Elle fait remonter les hydrocarbures à la surface à partir de puits forés. Les techniques employées sont dites conventionnelles. Une autre partie des hydrocarbures produits dans la roche-mère y est restée piégée. Les roches-mères, peu perméables, ont longtemps été considérées comme inexploitable. L'extraction des hydrocarbures piégés exige l'utilisation de technologies spécifiques, dites non conventionnelles ¹⁴ (Vially, Kalaydjian, 2013).

2- Le système énergétique.

Cette étape de la conversion s'intègre à un système énergétique plus large qui prend en compte les ressources, la manière de les transformer – selon une ou plusieurs filières énergétiques – et enfin la distribution des produits énergétiques finaux (Ma, 2012 ; Sanders 2014). Les principaux éléments de définition d'un système énergétique sont avant tout d'ordre écologique et technique. D'autres éléments, associés aux précédents, apportent une précision définitionnelle. Ainsi, les formes d'appropriation expliquent notamment le mode d'agencement

¹⁴ <http://www.ifpenergiesnouvelles.fr/>

des convertisseurs ainsi que les pratiques de consommation. Un système énergétique possède un certain nombre de caractéristiques (Debeir *et alii*, 2013), parmi lesquelles : (i) une élasticité technique. Un système énergétique est en perpétuel mouvement. Il n'atteint donc son optimum que dans la durée ; (ii) une résurgence de techniques énergétiques anciennes. Il offre ainsi un fort coefficient d'adaptabilité et de flexibilité ; (iii) une concurrence constante entre les filières énergétiques ; et (iv) une variation de son aire d'approvisionnement, relativement extensible.

Chaque société possède des spécificités du point de vue des moyens (techniques d'approvisionnement de l'énergie primaire, modes de collecte et d'extraction, types de convertisseurs, rapports entre les filières, etc) et des formes d'appropriation. La place des différentes sources d'énergie au sein du système énergétique dépend de la logique de ce dernier (Debeir *et alii*, 2013). La sphère sociale, voire politique, conditionne de manière importante l'agencement et l'évolution des systèmes énergétiques. Un système énergétique constitue de ce fait un anthroposystème (Godet, 2010), fait par et pour les hommes, et il se situe dans un contexte socio-technique donné (Muxart, 2006).

3- Électricité, système et réseau électrique.

L'électricité constitue une énergie secondaire (ou un vecteur d'énergie), car elle est produite grâce à la transformation d'une énergie primaire au moyen d'un convertisseur énergétique. L'électricité peut être produite à partir d'une centrale thermique, hydroélectrique, nucléaire ou à partir de sources d'énergies renouvelables. Comparée à d'autres formes d'énergie, elle possède une grande souplesse d'utilisation et peut être très performante dans des applications industrielles. Elle est utilisée dans tous les secteurs économiques (agriculture, industrie, tertiaire), et n'a pratiquement pas de concurrents dans des secteurs tels que les télécommunications, l'informatique ou l'éclairage (Bonnal, Rossetti, 2007). Il est possible d'en faire un usage mécanique (moteurs, machines, etc), thermique (chauffage, etc), rayonnant (éclairage, télévision, téléphone, etc), etc.

L'électricité présente néanmoins des spécificités physiques qui rendent difficile l'organisation du marché : (i) le kWh n'est pas un bien stockable économiquement ; (ii) l'électricité circule sur les réseaux en fonction des lois de Kirchhoff et suit, de façon non prévisible, le chemin de moindre résistance ; (iii) l'équilibre de l'offre et de la demande doit être instantané ; (iv) l'électricité est un bien essentiel, non substituable. Ainsi, toute interruption de fourniture peut nuire gravement à la vie économique et domestique ; et (v) les kWh sont physiquement indifférenciés, mais économiquement différenciés. Un kW à un moment de pointe de la demande a généralement une valeur très supérieure à celle d'un kW en dehors de cette période (Chevalier, 2008 ; Favennec, 2009).

Le nombre de convertisseurs utilisables pour obtenir de l'électricité est faible, mais les filières énergétiques de production d'électricité, elles, sont très diverses. Selon Dessus (2014),

elles peuvent être classées selon trois critères principaux : (i) le degré de concentration, c'est-à-dire de concentration des unités de production électrique ; (ii) la garantie de puissance ; et enfin (iii) le régime de fonctionnement des installations. Selon qu'elles sont renouvelables ou non renouvelables, les filières possèdent des caractéristiques spécifiques et, dans une certaine mesure, opposées [cf. tableau 1].

Le critère qui renvoie au régime de fonctionnement illustre le mieux cette opposition. Tandis que les filières non renouvelables relèvent surtout du régime de fonctionnement de base – autrement dit un fonctionnement quasi continu – ou de pointe – qui désigne le moment où une installation est sollicitée pour fournir une puissance donnée suite à une demande –, les filières renouvelables relèvent en majorité du régime de fonctionnement appelé fatal, qui signifie qu'une production est perdue si elle n'est pas utilisée sur le moment et qu'elle peut être interrompue brusquement. Les capacités de chacune des filières renouvelables étant encore insuffisantes, la substitution des autres énergies par les énergies renouvelables n'est pas encore possible (Dessus, 2014). Un système électrique est « *un sous-système du système énergétique dont le produit énergétique final est l'électricité. [II] est structuré par un réseau physique ayant des tronçons et des nœuds. Les tronçons sont les lignes électriques [...] et les nœuds sont les centrales de production, les postes d'interconnexion et les postes de transformation* » (Ma, 2012, p. 50).

		Degré de concentration		Puissance garantie	Régime de fonctionnement		
		Centralisé	Décentralisé		Base	Pointe	Intermittent
FNR	Charbon	+++	+	+++	+++	+++	-
	Pétrole	+++	+++	+++	+++	+++	-
	Gaz naturel	+++	+++	+++	+++	+++	-
	Uranium	+++	-	+++	+++	-	-
FR	Bois	+	+++	+++	+++	-	-
	Hydraulique fil de l'eau	+++	+++	+	-	-	+++
	Hydraulique de barrage	+++	+++	+++	-	+++	-
	Solaire PV	+	+++	---	-	-	+++
	Solaire thermodynamique	++	+++	+	-	-	+++
	Éolien terrestre	+++	+++	+	-	-	+++
	Éolien offshore	+++	+	++	-	-	+++
	Géothermie haute température	+	+++	+++	+++	-	-
- / + / ++ / +++ → Intensité de la caractéristique FNR → Filières non renouvelables FR → Filières renouvelables							
© Nadia Benalouache – 2016 / Dessus (2014)							

Tableau 1 – Les aspects des filières actuelles de production d'électricité

L'électricité est transportable au travers de lignes constituées le plus souvent en « réseau ». Les réseaux techniques, incluant les liaisons énergétiques (gazoducs, oléoducs, lignes électriques) constituent une des formes particulières du réseau et désignent des réseaux régulés de lignes matérielles (canalisation, voies, tuyaux) servant au transport d'une réalité quelconque (Lhomme, 2012) L'électricité circulant sur les réseaux électriques est généralement issue d'unités de production centralisées à forte capacité (Naudet, Reuss, 2008). À partir de ces

unités de production, l'électricité est injectée dans un réseau de transport constitué de lignes à Très Haute Tension (THT) reliées entre elles par des postes d'interconnexion structurés nationalement. L'électricité est ensuite acheminée jusqu'à des postes de répartition alimentant les réseaux « régionaux » composés de lignes à THT – interconnexions transnationales, par exemple – et à Haute Tension (HT) – réseaux de transport (chemins de fer), grands consommateurs industriels (industrie chimique, métallurgie, sidérurgie, etc). Enfin, l'électricité est acheminée jusqu'à des postes sources alimentant les réseaux « locaux » de distribution constitués de lignes à Moyenne Tension (MT) – PME, centres commerciaux, bâtiments administratifs, hôpitaux, écoles – et à Basse Tension (BT) – réseau domestique. Les lignes à THT et à HT sont utilisées pour transporter le courant à longue distance, afin de limiter les pertes ainsi que l'emprise du réseau sur l'espace, diminuant ainsi les impacts environnementaux.

Le développement des systèmes énergétiques et électriques dépend fortement des besoins en énergie. La satisfaction de ces besoins constitue un des moteurs majeurs de la croissance économique des PES. Le système énergétique dominant, qui s'est largement appuyé sur des énergies fossiles accessibles et bon marché (Dehaies, Baudelle, 2013), s'est diffusé aux PES.

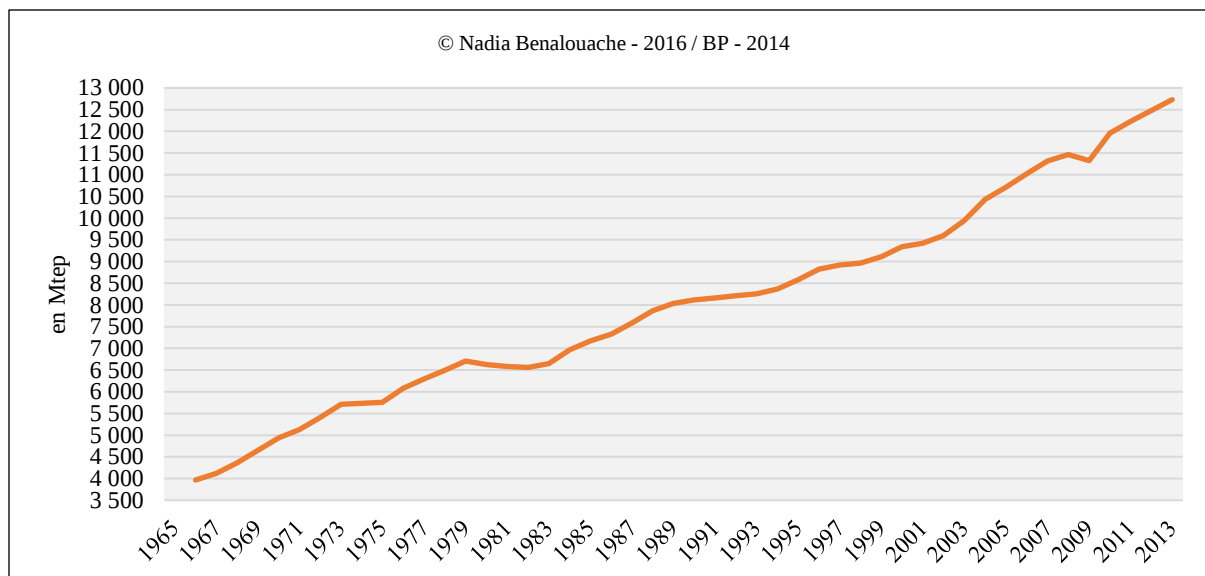
B- L'énergie dans le monde et dans le monde arabe : état des lieux et prévisions.

1- La croissance continue de la demande énergétique mondiale : une approche régionalisée.

Depuis 1965, la consommation en énergie primaire commerciale¹⁵ dans le monde est en croissance constante [cf. graphique 1]. Le taux de consommation en énergie primaire commerciale est aujourd'hui de + 2 % par an en moyenne.

L'augmentation de la consommation mondiale en énergie est corrélée à la hausse de la population qui croît au taux annuel moyen de +1 % : 3,7 milliards d'individus en 1970, 6 en 2000 et 8,2 prévus en 2030 [cf. figure 6]. Mais elle est davantage due à la croissance économique soutenue des PES et à l'amélioration relative du niveau de vie de leurs populations qui tendent à adopter des modes de consommation très énergivores, à l'image des PN. En effet, *« le centre de gravité de la demande énergétique se déplace résolument vers les économies émergentes, en particulier vers la Chine, l'Inde et le Moyen-Orient »* (AIE, 2013b).

¹⁵ Seules les énergies commercialisées (hors biomasse et déchets) sont prises en compte dans les statistiques fournies par la base de données fournie par BP.



Graphique 1 – Évolution de la consommation en énergie primaire commerciale entre 1965 et 2013 (en Mtep)

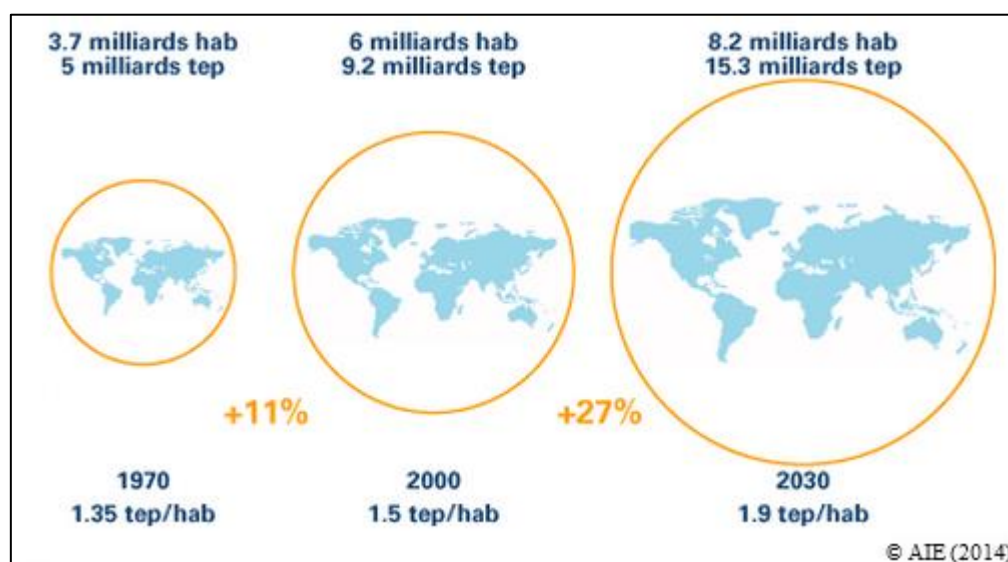
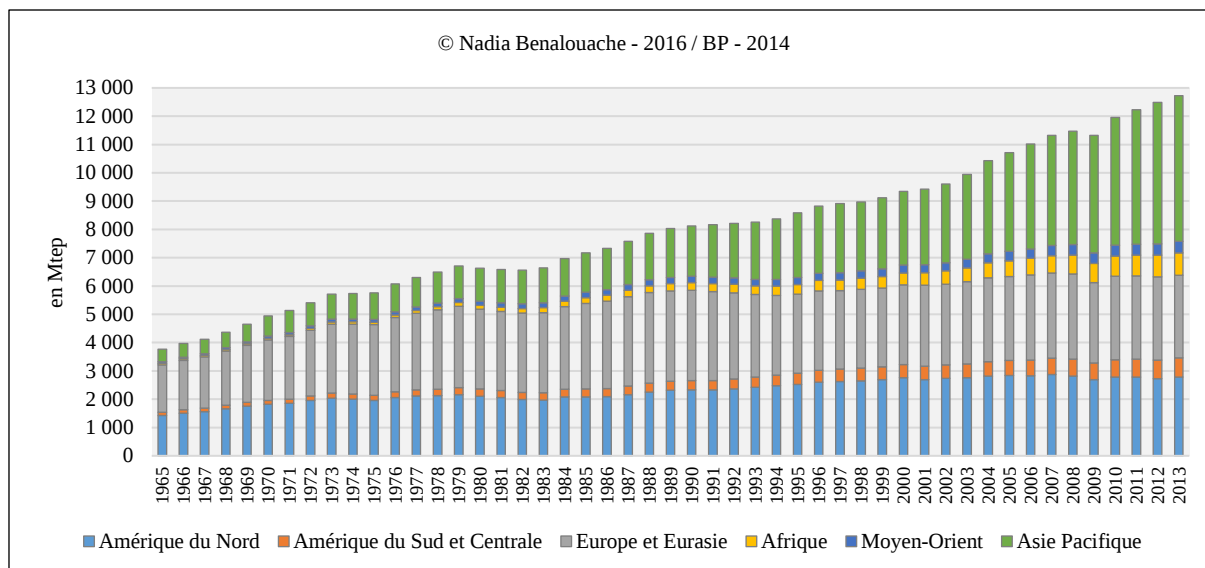


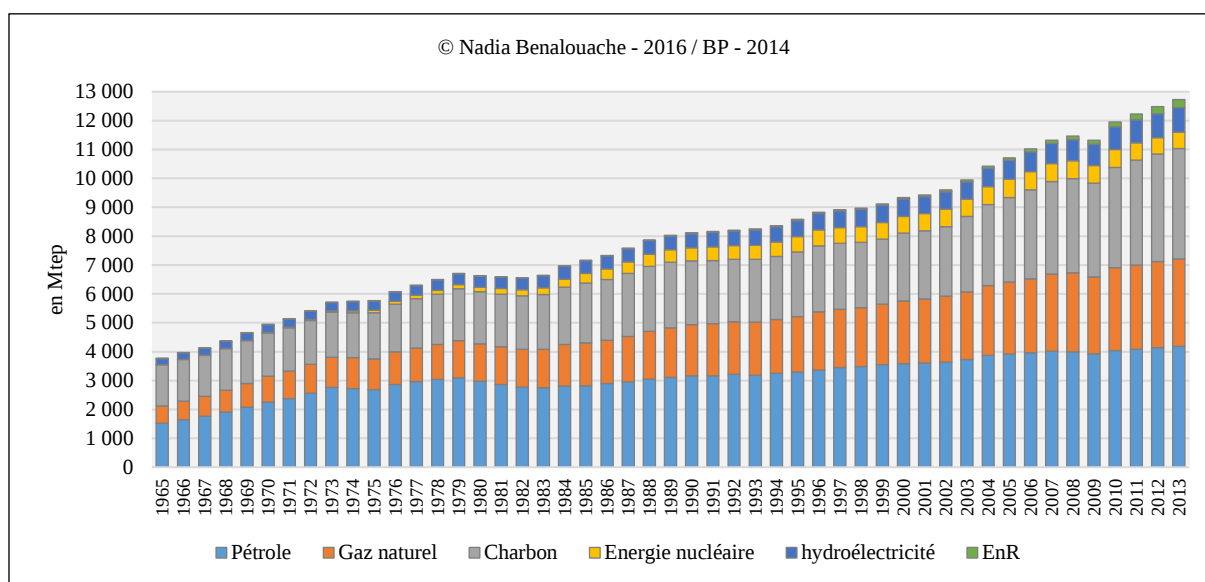
Figure 6 – La croissance énergétique entre 1970 et 2030 (en tep/hab)

À partir de 1997 la consommation en énergie primaire des régions du monde auxquelles appartiennent les PES – telles que l’Asie-Pacifique, le Moyen-Orient, l’Amérique du Sud et Centrale – augmente de manière plus importante et plus rapide [cf. graphique 2]. À l’issue de la crise financière asiatique de 1997, les pays émergents ont opéré une modification profonde de leurs politiques économiques (vastes programmes de réformes d’ordre financier, institutionnel et social) (Mathlouthi, 2008). La croissance économique de ces pays s’accélère dès lors. Entre 1997 et 2013 par exemple, la consommation en énergie primaire commerciale des pays de l’Asie-Pacifique a plus que doublé, passant de 2 444 à 5 152 Mtep. D’après le rapport de la *British Petroleum* en date de 2013, la Chine et l’Inde représentent à elles seules environ 90 % de la hausse de la consommation en énergie primaire commerciale enregistrée en 2012. La consommation de l’Amérique du Nord et de l’Europe et Eurasie est quant à elle restée plus ou moins équilibrée.



Graphique 2 – Consommation régionale en énergie primaire commerciale entre 1965 et 2013 (en Mtep)

En 2013, 86,7 % de la consommation mondiale en énergie primaire est assurée par les énergies fossiles, ce qui équivaut à 11 032 Mtep. Le pétrole demeure à ce jour le combustible le plus utilisé au monde. Il représente environ un tiers de la consommation énergétique mondiale. Depuis les années 1970, le pétrole s'est installé comme l'énergie prédominante. Toutefois, depuis les années 2000 le pétrole a perdu en parts de marché. Cette tendance s'explique notamment par la baisse de la consommation des pays de l'OCDE. Les parts du gaz naturel et du charbon ont parallèlement progressé [cf. graphique 3].



Graphique 3 – Évolution de la consommation mondiale par sources d'énergie primaire entre 1965 et 2013 (en Mtep)

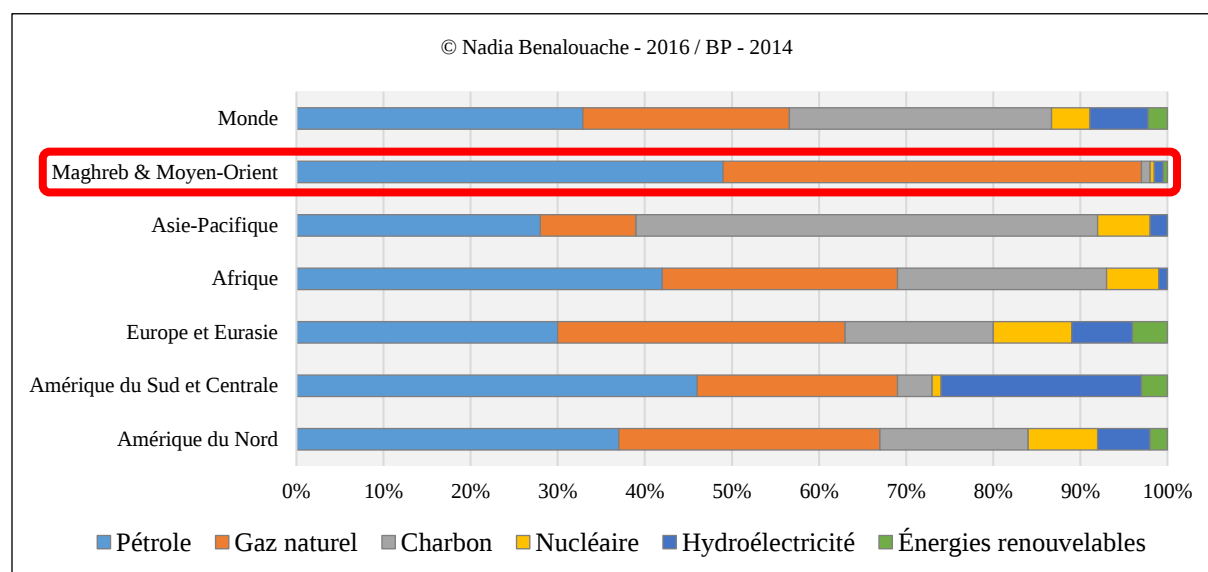
L'augmentation relativement récente de la consommation de charbon résulte de son utilisation pour la production à moindre coût de l'électricité. Par exemple, 80 % de l'électricité en Chine est fournie par des centrales à charbon. Pour engager une transition énergétique, l'Allemagne a momentanément remplacé ses centrales nucléaires par des centrales thermiques

à lignite. D'après le Rapport spécial "World Energy Investment Outlook" (AIE, 2014a), plus de 1 600 milliards de dollars ont été investis en 2013 dans l'approvisionnement mondial en énergie, ce qui représente une hausse de +50 % en valeur réelle depuis 2000 : 1 100 milliards de dollars¹⁶ ont été précisément consacrés à l'extraction et au transport de combustibles fossiles, à la construction de centrales thermiques classiques et enfin au raffinage. Près de 80 % des investissements servent et serviront à compenser le déclin de la production pétrolière et gazière actuelle et à remplacer les centrales et autres infrastructures qui sont en fin de vie.

2- Le modèle énergétique arabe : l'illustration du « tout hydrocarbures ».

Les mix de consommation énergétique diffèrent suivant les régions du monde. Les régions d'Amérique du Nord et d'Europe-Eurasie présentent les mix énergétiques les plus équilibrés, ce qui s'explique notamment par le recours à l'énergie nucléaire. Une exception doit être néanmoins faite pour les pays de l'ex-URSS qui consomment très largement du gaz naturel. Le Maghreb et le Moyen-Orient, en revanche, présentent le mix énergétique le moins équilibré, illustrant le « tout hydrocarbures » (Favennec, 2009). En effet, plus de 98 % de la consommation énergétique dans cette région est satisfaite par le pétrole et le gaz naturel.

Généralement, les zones géographiques dotées en ressources fossiles présentent un déséquilibre de leur mix énergétique, avec une ou deux sources d'énergie dominantes. Ainsi, en Asie-Pacifique, plus de la moitié de la consommation en énergie primaire est assurée par le charbon. La Chine est d'ailleurs le premier producteur mondial de charbon en 2013 avec plus de 1 840 Mtep. Le bilan énergétique africain doit être analysé avec prudence. La plus grande part des besoins énergétiques des populations africaines est en effet satisfaite par des énergies renouvelables non commercialisées, et en particulier la biomasse [cf. graphique 4].

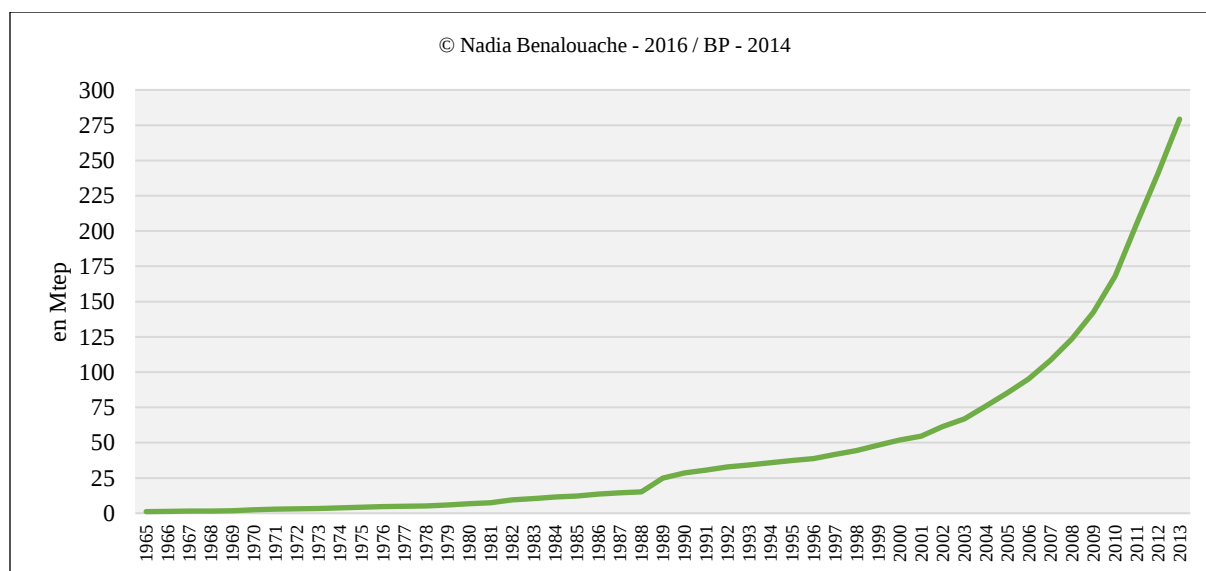


Graphique 4 – Les mix-énergétiques régionaux de consommation d'énergie primaire en 2013 (en %)

¹⁶ Ce montant annuel d'investissement est le même depuis 2000.

3- Une part très faible mais en hausse constante des énergies renouvelables.

La part des énergies renouvelables (hors hydroélectricité) dans la consommation énergétique mondiale est extrêmement faible. Elle est de l'ordre de 2,2 % en 2013, soit 279 Mtep. Toutefois, le rythme de croissance annuel de la consommation en énergies renouvelables depuis 1965 est continu (+12,2 %), avec une accélération notable depuis 2001 [cf. graphique 5]. En 2013, 41 % de la consommation mondiale en énergies renouvelables est imputable à la région Europe et Eurasie tandis que 28 % est le fait de la région Asie-Pacifique. Quant à la production d'électricité d'origine renouvelable (hors hydroélectricité), cette dernière a globalement progressé entre 2002 et 2012, l'électricité issue de l'énergie éolienne ayant connu une croissance exponentielle. En 2012, 52 % – soit 534 TWh – de l'électricité d'origine renouvelable dans le monde a été produite à partir de l'énergie éolienne et 31 % à partir de la biomasse (Observ'ER, 2013).



Graphique 5 – Évolution de la consommation d'énergies renouvelables dans le monde entre 1965 et 2013 (en Mtep)

Selon le Rapport spécial "World Energy Investment Outlook" (AIE, 2014a), 130 milliards de dollars ont été investis pour améliorer l'efficacité énergétique et 250 milliards ont été investis dans le domaine des énergies renouvelables. Le montant des investissements dans l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables reste bien en-deçà de celui réservé aux filières des combustibles fossiles. Toutefois, le montant d'investissement dans le domaine des énergies renouvelables a été multiplié par quatre depuis 2000, ce qui correspond par ailleurs à l'augmentation notable de la consommation mondiale en énergies renouvelables observée. Les choix potentiels qui se présentent aux décideurs et aux industriels en matière d'investissement constituent ainsi une véritable opportunité pour modifier la nature du « système énergétique » en privilégiant d'autres énergies (diversification du bouquet énergétique) et des technologies plus efficaces et plus efficientes énergétiquement.

4- Les prévisions énergétiques selon les scénarii de l'AIE.

Le rapport le plus récent publié par l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) date de 2014. Ce rapport, qui traite des perspectives énergétiques mondiales, conserve la structure en scénarii des éditions précédentes, mais à un horizon prolongé jusqu'à 2040. L'AIE propose trois types de scénarii : (i) le Scénario central – dit Nouvelles Politiques – qui prend en compte les engagements en matière de réduction des gaz à effet de serre, notamment suite aux accords conclus à Cancun en 2010 ; (ii) le Scénario tendanciel – dit Politiques actuelles – qui décrit l'évolution des marchés mondiaux de l'énergie en considérant uniquement les politiques en vigueur mi-2014 ; et (iii) le Scénario 450 qui propose une évolution du système énergétique mondial de façon à réduire les émissions de gaz à effet de serre pour limiter le réchauffement climatique à 2°C.

Les prévisions énergétiques issues du Scénario central ou Nouvelles politiques – sur lequel nous avons choisi de nous attarder dans notre propos – annoncent une augmentation de la demande énergétique mondiale de l'ordre de 37 % d'ici 2040 (AIE, 2014a). Toutefois, l'intensité énergétique¹⁷ devrait être moins élevée qu'auparavant. La hausse de la demande mondiale connaît par ailleurs un ralentissement significatif, car après s'être maintenue à plus de +2 % par an, elle passe, à partir de 2025, à +1 % par an. Cette prévision est calculée à partir des choix politiques et des prix appliqués ainsi que d'une réorientation structurelle de l'économie internationale vers les services et les secteurs industriels légers. La répartition mondiale de la demande en énergie connaît d'après ce scénario un changement radical, car, si dans de nombreuses parties du monde, comme l'Europe, l'Amérique du Nord, le Japon ou encore la Corée du Sud la consommation reste stable, elle augmente sensiblement dans le reste de l'Asie ainsi qu'en Afrique, au Moyen-Orient et en Amérique Latine.

Toujours suivant le même scénario, la demande en gaz naturel augmente de plus de la moitié, ce qui correspond à la croissance la plus rapide parmi les combustibles fossiles. Même si la Chine et le Moyen-Orient sont les principaux acteurs de la hausse de la demande mondiale en gaz, ce combustible prend également la première place dans le mix énergétique de l'Organisation de Coopération et de Développement Économique (OCDE) aux environs de 2030. Du point de vue de la production, celle du gaz, à l'inverse du pétrole, est en croissance quasiment dans toutes les parties du monde (à l'exception de l'Europe), le gaz non conventionnel représentant près de 60 % de l'augmentation de la production mondiale. Malgré une abondance certaine et un approvisionnement assuré, la consommation future du charbon sera limitée par des mesures de lutte contre la pollution et de réduction des émissions de dioxyde de carbone (CO₂). Le scénario prévoit une augmentation de 15 % de la consommation en

¹⁷ L'intensité énergétique exprime la relation entre la consommation énergétique et le Produit Intérieur Brut (PIB) d'un pays.

charbon jusqu'en 2040, mais près des deux tiers de celle-ci intervient durant les dix prochaines années.

Plus généralement, le mix-énergétique mondial à l'horizon 2040 se divise en quatre parts plus ou moins équivalentes avec le pétrole, le gaz, le charbon et les sources d'énergies à faibles émissions de carbone. Les choix politiques et les évolutions de marché entraînent une baisse de la part des combustibles fossiles, qui représentent un peu moins des trois quarts de la demande énergétique primaire en 2040. La croissance démographique associée au développement économique, en premier lieu celui des PES, explique la hausse actuelle et à venir de la consommation en énergie primaire. Le modèle énergétique dominant n'est pas pérenne, car les énergies fossiles, sur lequel il se fonde très largement, se raréfient.

C- Raréfaction des ressources fossiles conventionnelles et tensions sur le marché.

Les sources énergétiques de stock conventionnelles et non conventionnelles (pétrole, gaz naturel, uranium, gaz de schiste) sont, par nature, épuisables à l'échelle terrestre. Issus d'anciens déchets organiques et de processus géologiques complexes, les hydrocarbures, par exemple, sont des ressources rares et non renouvelables à l'échelle humaine. Les gisements accessibles et exploitables se sont formés sur un temps très long (des millions d'années). Ce temps long géologique doit être ainsi confronté aux quelques décennies d'expansion économique, qui furent particulièrement énergivores (Dubois, 2007 ; Carbonnier, Grinevald, 2011).

Le recours soutenu à ces ressources questionne par conséquent leur caractère épuisable à moyen et à long terme (Merlin, Traisnel, 1996 ; Merlin, 2008 ; Zélem, 2015). Les nombreuses études portant sur le calcul de leurs réserves ou encore la détermination d'un *peak-oil* (pic de production) en témoignent (Chevalier *et alii*, 2012. Elles renvoient à des enjeux économiques et géopolitiques de taille et ne sont guère indépendantes des politiques de soutien au développement des énergies renouvelables. Pour Dessus (2014), le problème repose surtout sur l'accès à ces ressources, et notamment à la question de la sécurité des approvisionnements. En effet, « [C]'est à la difficulté croissante d'accès à cette ressource [...] que l'on se trouve confronté » (Dessus, 2014, p. 118).

Dans le cas particulier du pétrole, de nombreux scientifiques ont prédit suite au choc pétrolier de 1973, et prédisent encore la fin de l'or noir (Meunier, Meunier-Castelain, 2006, p. 9), souvent sur la base de l'argument d'un *peak-oil* qui renvoie au moment où la production mondiale de pétrole atteindra son plafond avant de commencer à décliner. Il est une application du pic de M.K Hubbert, géologue américain qui, en 1956, a formulé mathématiquement la courbe de la production étatsunienne de ressources primaires. Il fut le premier scientifique à présenter une modélisation temporelle de la production de pétrole aux États-Unis, sans pour

autant annoncer une pénurie énergétique. Sa prédiction, qui présageait un pic de production aux Etats-Unis pour l'année 1970, a finalement été avérée. L'évènement du choc pétrolier de 1973 est par ailleurs venu conforter son hypothèse. La projection d'Hubbert, étendue au niveau mondial, prévoit l'atteinte du pic de production aux débuts des années 2000, mais cette dernière ne s'est pas vérifiée.

Pour certains cependant, le pic n'a pas encore été atteint. L'entreprise Total, par exemple, reconnaît l'imminence d'un pic de production, mais le situe vers 2020, à la condition que la croissance annuelle de la consommation de pétrole se maintienne à +2 % (Meunier, Meunier-Castelain, 2006). Plusieurs modélisations du « pic pétrolier » tenant plus ou moins compte de l'exploitation des sources non conventionnelles ont été réalisées [cf. figure 7]. « *Il y aura bien un jour un pic (le peak-oil) mais la date et la forme même de la courbe dépendent de nombreux facteurs technologiques ainsi que de facteurs affectant la demande, comme la croissance économique et l'exigence des contraintes liées à la protection de l'environnement* » (Chevalier et alii, 2012, p. 22).

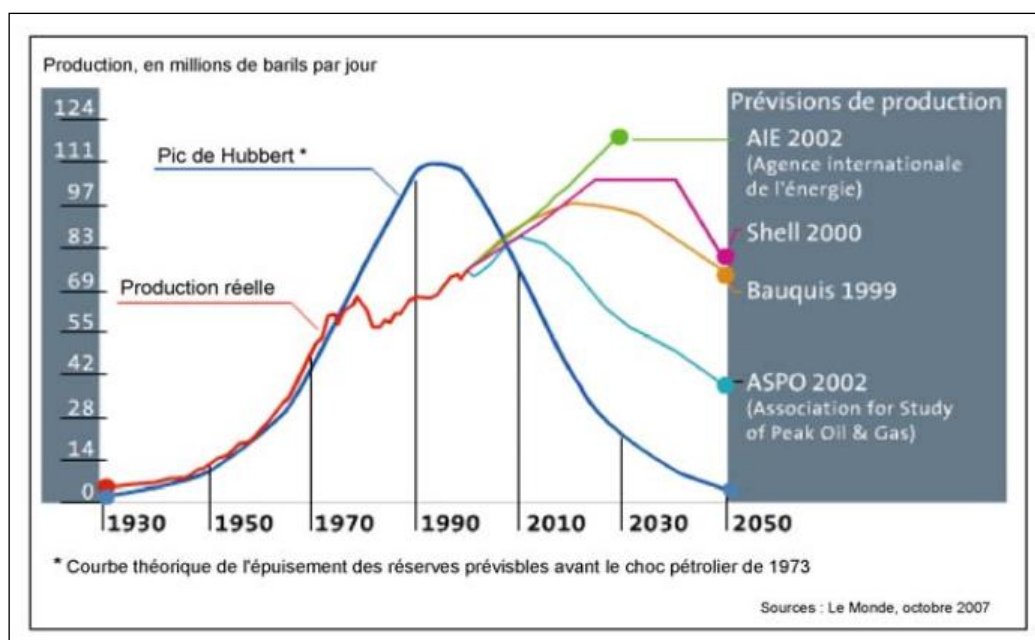


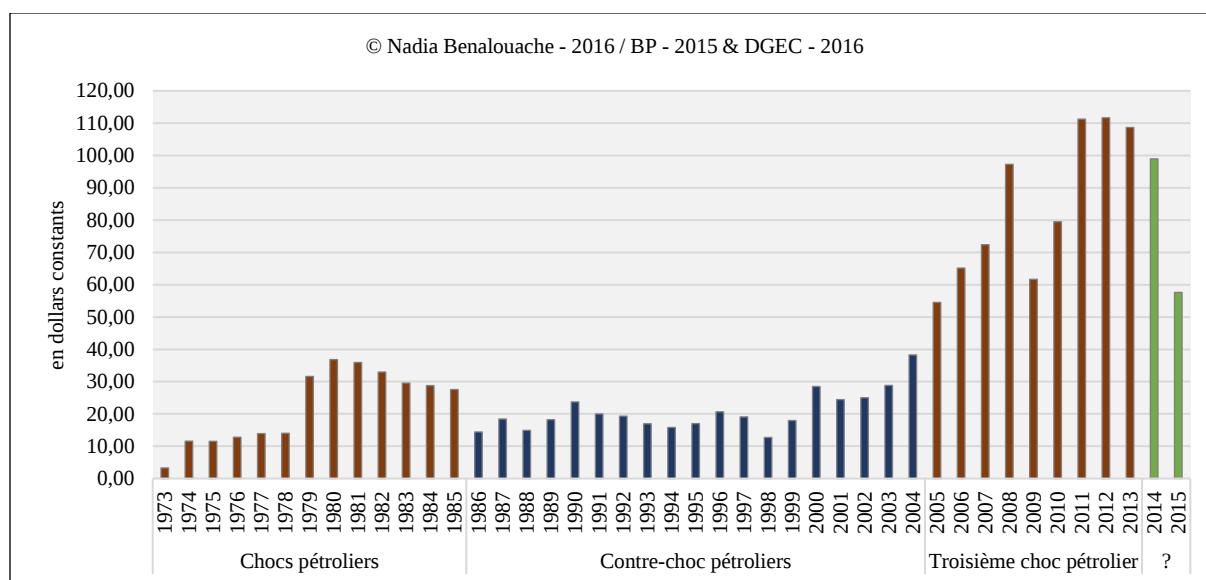
Figure 7 – Exemples de scénarii du peak-oil

Parmi les nombreuses estimations, Chevalier *et alii* (2012) rapportent que le ratio réserves¹⁸/production assurerait encore 46 ans de consommation mondiale de pétrole au rythme de 2010. Le ratio de gaz – qui tient compte du gaz conventionnel et du gaz de schiste – approcherait 250 ans, soit plus encore que le charbon (deux cent ans). Cette raréfaction est aggravée par des facteurs géopolitiques, du fait de l'inégale répartition géographique des sources et surtout des réserves d'énergie (Merlin, 2008). L'argument de la raréfaction des ressources de stock est parfois contesté notamment par ceux qui évoquent leur capacité

¹⁸ La notion de « réserve » est à utiliser avec prudence, car la quantité de pétrole disponible est toujours difficilement prévisible dans la mesure où elle varie en fonction de facteurs politiques, économiques et techniques.

de résilience (Kizing *et alii*, 2006). Les chiffres sur les estimations des réserves peuvent présenter des écarts importants, en fonction des variables retenues : exploitation possible des réserves prouvées, découverte de nouveaux gisements, recours à des techniques de récupération plus performantes ou utilisation des hydrocarbures non conventionnels, etc.

Le prix de l'énergie est associé à une grande incertitude, à l'origine de tensions sur le marché. Les cours sont en effet fixés en fonction de l'offre et de la demande mais ont tendance à sur-réagir à ces deux variables [cf. graphique 6]. C'est ce qu'on appelle la volatilité des cours. Elle résulte en grande partie de la spéculation qui consiste à anticiper les cours à termes (Mons, 2011).



Graphique 6 – Évolution du prix du baril de pétrole brut entre 1973 et 2015 (en dollars constants)

Depuis 2013, le prix du brut a entamé une baisse, accusant une diminution de 49% en 2016. Cette chute est due à la convergence de plusieurs facteurs, tels que la découverte de nouvelles réserves off-shore dans le Golfe du Mexique, l'utilisation de techniques d'extraction nouvelles qui permettent d'exploiter le gaz de schiste aux États-Unis, dont la production est en forte hausse, et l'exploitation des sables bitumineux au Canada. L'élaboration de la plupart des scénarii sur les énergies renouvelables s'appuient sur la volatilité des prix du pétrole, la tendance haussière de ces prix jusqu'à l'année 2013, mais surtout sur le coût environnemental de l'exploitation des ressources fossiles¹⁹.

D- Énergie et impacts environnementaux.

Le secteur énergétique exerce une pression sur l'environnement. La prise de conscience des impacts environnementaux de la production, du transport et de la consommation d'énergie date de la fin des années 1960 (Merlin, 2008). Parmi les impacts environnementaux, on

¹⁹ Les coûts environnementaux additionnels sont désignés comme "coûts externes supplémentaires".

trouve (Jancovici, 2004) : (i) la dégradation de l'environnement lors de l'extraction des ressources (mines à ciel ouvert par exemple) ; (ii) la pollution locale autour des zones d'extraction (terrils, fuite du pétrole, etc) ; (iii) les déchets miniers et les eaux usées produites lors de l'exploitation ; (iv) les pollutions et les dégâts causés lors du transport des ressources (marée noire, construction de pipelines et de gazoducs, etc) ; (v) la pollution thermique des centrales énergétiques (hausse de la température) ; (vi) la pollution de l'air suite aux rejets de gaz nocifs par les centrales électriques, tels que les oxydes d'azote (NOx), les dioxydes de soufre (SO₂), mais également des poussières et autres métaux lourds ; (vii) les pollutions générées par les industries de transformation de l'énergie (raffineries, sites de traitement de l'uranium, etc) ; (viii) la production et le traitement des déchets solides des cycles énergétiques, en particulier les déchets radioactifs ; et (ix) la pollution visuelle (dégradation des paysages suite à l'implantation de centrales électriques, lignes électriques, etc).

L'un des impacts environnementaux les plus préoccupants est le réchauffement climatique, conséquence entre autres de la hausse des émissions de GES. Selon l'AIE (2013b), le secteur énergétique est aujourd'hui responsable des deux tiers des émissions mondiales de GES. Les efforts consentis par ce secteur seront déterminants pour atteindre les objectifs de lutte contre le changement climatique.

II- Le phénomène du réchauffement climatique et les conséquences de l'activité énergétique.

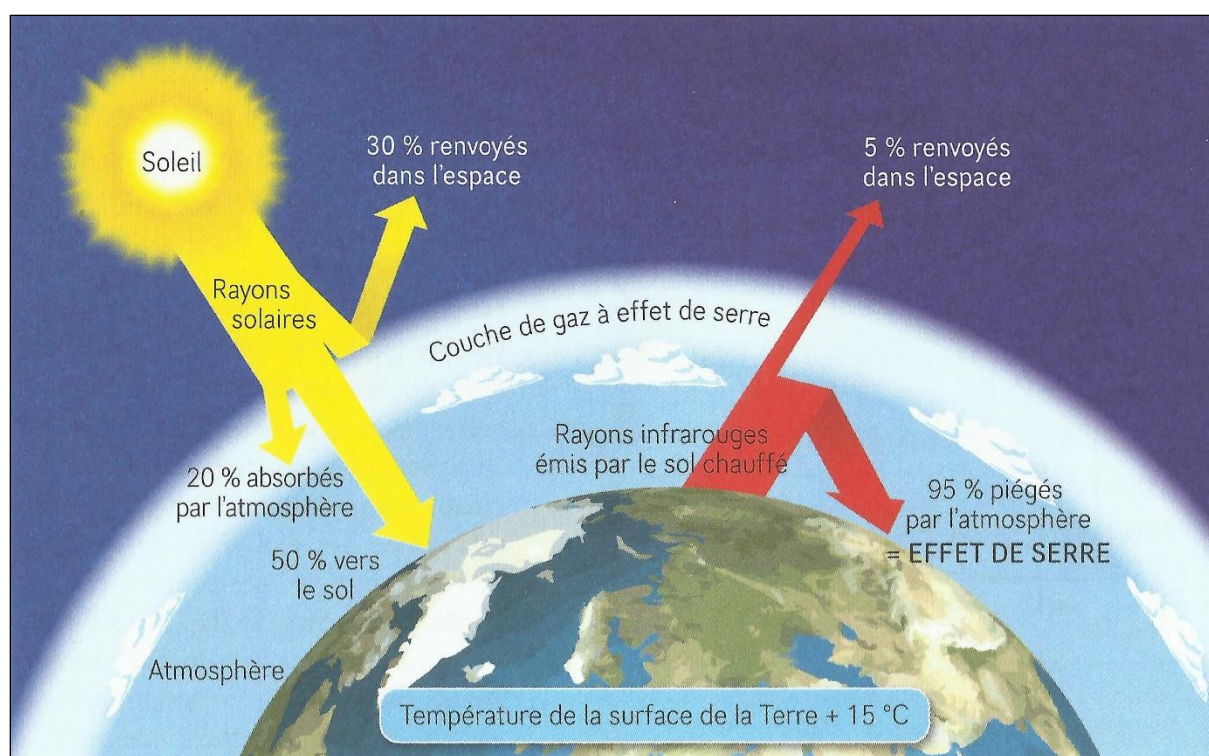
« L'augmentation des émissions de GES pointent une contradiction majeure entre d'une part une production de biens privés, l'énergie, et d'autre part, la gestion d'un bien public indivisible qui appartient à 7 milliards d'individus, le climat » (Chevalier et alii, 2012, p. 15). Le changement climatique est considéré comme une limite à laquelle se confronte le système énergétique dominant. Le lien entre l'activité énergétique et la hausse des émissions de GES, à l'origine d'un réchauffement climatique anthropique, est à expliciter (A). La prise de conscience de ce phénomène a donné lieu à la mise en place d'un régime politique international et il nous appartient de comprendre l'implication des PES dans ce cadre, les risques climatiques qui leur sont associés (B) et, plus spécifiquement, le degré d'engagement politique des pays du Maghreb (C).

A- Facteurs et impacts de l'augmentation des émissions de GES : un secteur énergétique fortement émetteur.

1- Les facteurs de l'augmentation des émissions de GES.

- D'un effet de serre naturel à un effet de serre anthropique.

L'atmosphère est actuellement constituée à près de 99 % de deux gaz : l'oxygène pour environ 21 % et l'azote pour environ 78 %. Ces deux gaz laissent passer le rayonnement visible et infrarouge. D'autres gaz laissent passer le rayonnement visible, mais réfléchissent en revanche une partie du rayonnement infrarouge émis de la Terre en direction de l'espace. Ces derniers sont appelés GES (Bonal, Rosssetti, 2007). Sans cet effet de serre, la température de la Terre serait de -18°C , contre une température moyenne actuelle de $+15^{\circ}\text{C}$ (Tsayem-Demaze, 2011). Il est donc la condition indispensable à la vie sur terre. L'effet de serre a été découvert par le mathématicien français Jean-Baptiste Joseph Fourier en 1824 [cf. figure 8]. Les GES sont le dioxyde de carbone (CO_2), la vapeur d'eau (H_2O) – GES identifiés dès les années 1960 par le physicien irlandais John Tyndall – auxquels il faut désormais ajouter l'ozone (O_3), le méthane (CH_4), et le protoxyde d'azote (N_2O). Les premiers scientifiques ont surtout rapporté les effets bénéfiques de l'effet de serre (Riedacker, 2003). Pourtant, l'accroissement de la concentration de GES depuis l'ère industrielle contribue à l'augmentation du rayonnement infrarouge retenu dans l'atmosphère. Ce surplus artificiel d'effet de serre provoque un réchauffement inquiétant du climat.



Dessus (2014)

Figure 8 – Les mécanismes de l'effet de serre naturel

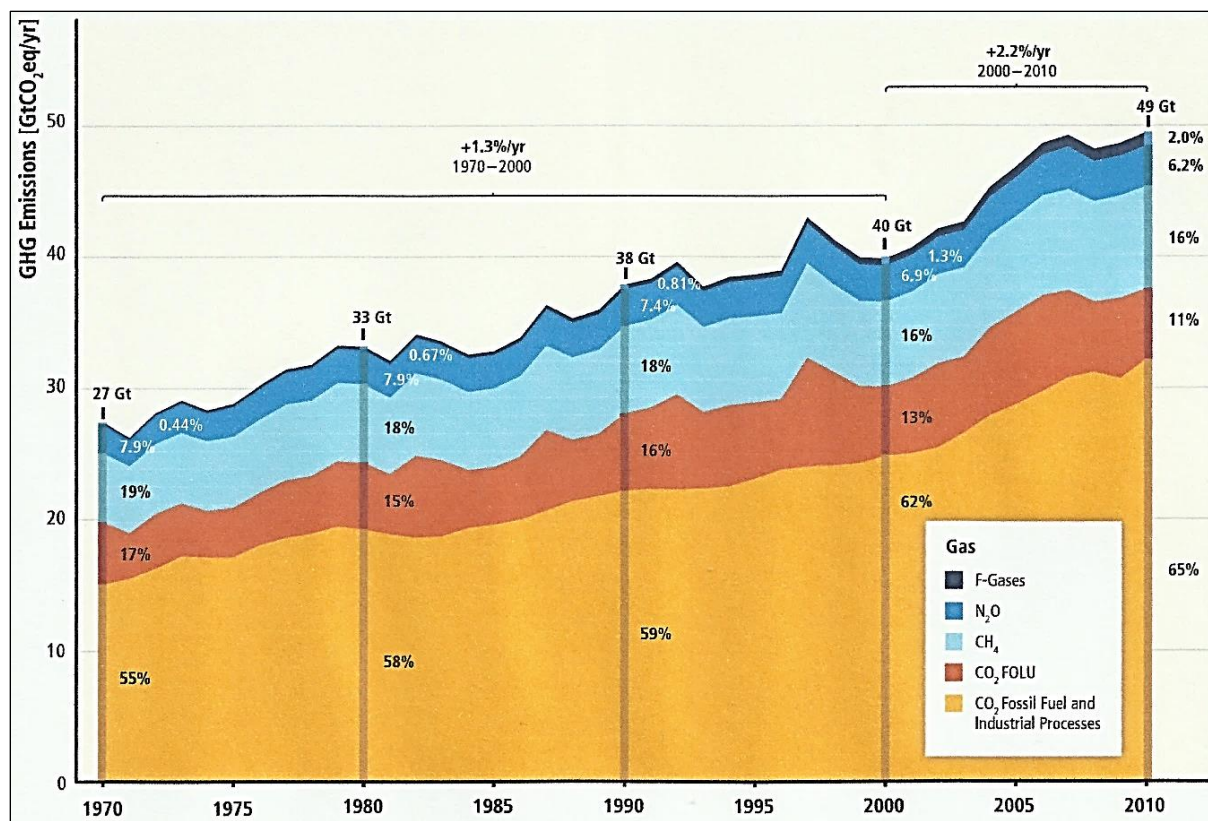
L'augmentation des émissions de GES est essentiellement due aux activités humaines (GIEC, 2014). Seuls le CO_2 , le CH_4 et le N_2O sont des GES qui peuvent avoir une origine anthropique. L'accroissement des émissions de CO_2 est le résultat de la combustion d'énergies fossiles et de la déforestation tropicale, celui du CH_4 , des décharges, de l'agriculture, de l'élevage et des procédés industriels, et celui du N_2O , de l'agriculture et des procédés industriels.

ainsi que de l'utilisation d'engrais. Leur participation à l'effet de serre est récente, mais commence à être significative (Bonnal, Rossetti, 2007).

- La science du changement climatique : la mise en évidence du lien entre hausse des émissions de GES et réchauffement climatique.

La science du changement climatique est aujourd'hui bien établie et son but premier est de mettre en évidence le lien qui existe entre les concentrations de CO₂ dans l'atmosphère – et d'autres gaz – et l'augmentation de la température. Au début du 19^{ème} siècle, le mathématicien et physicien Joseph Fourier découvre le premier l'effet de serre naturel (Fourier, 1824). Mais, il faut ensuite attendre la fin des années 1970 pour que l'hypothèse d'un effet de serre d'origine anthropique apparaisse. Elle s'accompagne d'une conscientisation progressive de la part de la communauté scientifique, matérialisée par la création du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évolution du Climat (GIEC), qui est un organisme international, chef de file pour l'évaluation des changements climatiques (Fréris, Infield, 2013). Créé par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM), par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) et par le G7, l'objectif du GIEC est d'établir un état des connaissances scientifiques sur la question du changement climatique et de fournir une analyse objective et impartiale, transmise aux décideurs politiques. Les premiers travaux du GIEC constatent une augmentation des émissions de GES de nature anthropique, à partir de différents modèles climatiques. Les experts soupçonnent un lien entre les émissions de GES et l'augmentation de la température dans l'atmosphère, mais cette dernière demeure attribuée à des variations des cycles du climat de la terre (Tsayem-Demaze, 2010).

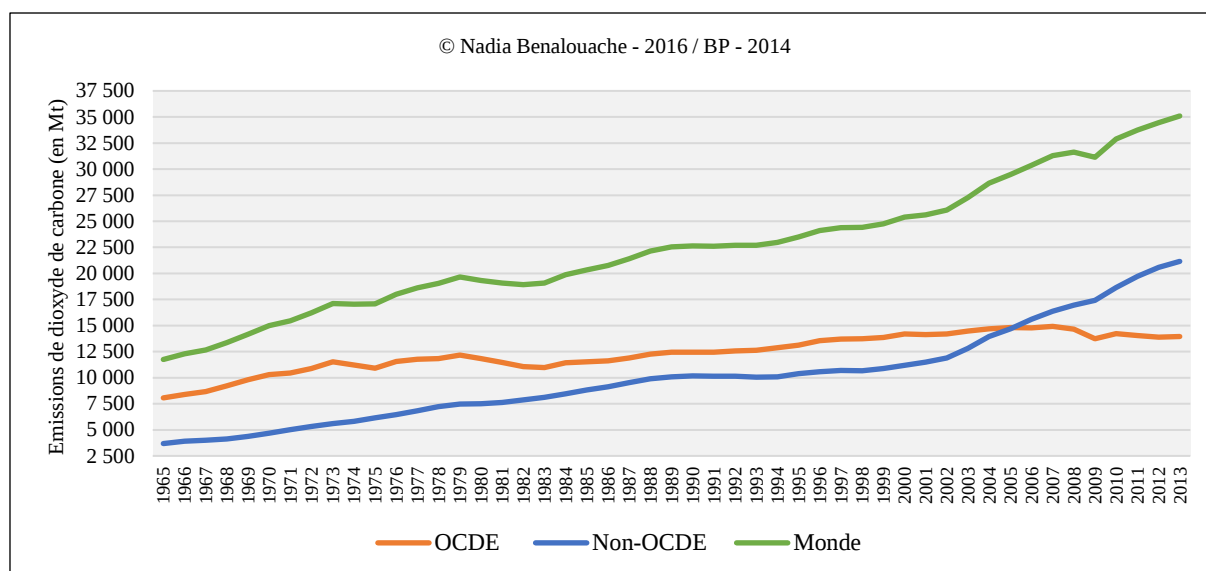
Le cinquième rapport du GIEC (2014), le plus récent, établit avec certitude le rapport entre le réchauffement climatique actuel et les activités anthropiques émettrices de GES. En effet, il est écrit que « *l'influence de l'homme sur le système climatique est clairement établie, et ce, sur la base des données concernant l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, le forçage radiatif positif, le réchauffement observé et la compréhension du système climatique* » (GIEC, 2014, p. 15). Il rapporte que les émissions de GES imputables aux activités humaines dans le monde se sont élevées à 49 Gigatonnes d'équivalent CO₂ en 2010. Par ailleurs, les émissions mondiales de CO₂ ont crû de 58 % entre 1990 et 2012. Elles ont augmenté de 3,1 % par an durant les années 2000 (Peters *et alii*, 2013). En 2010, le CO₂ représentait en effet 76 % des émissions de GES. Il est par conséquent le principal GES d'origine anthropique [cf. graphique 7].



GIEC (2014)

Graphique 7 – Évolution des émissions mondiales de GES entre 1970 et 2010 (en Gt et en %)

Entre la période préindustrielle et l'année 2013, la concentration dans l'atmosphère du dioxyde de carbone est passée de 278 à 400 parties par million (ppm). Une telle concentration est exceptionnelle, car elle n'avait plus été atteinte depuis au moins 3,2 millions d'années (Peters *et alii*, 2013). Les émissions mondiales de CO₂ ont triplé entre 1965 et 2013. En 2006, le CO₂ émis dans les pays non-OCDE dépasse celui des pays membres de l'OCDE [cf. graphique 8]. Entre 1965 et 2013, le taux d'évolution des émissions de CO₂ dans les pays non membres est de 474 % contre 72,9 % dans les pays membres. Parmi les PES, la Chine est le premier émetteur de CO₂, suivie de l'Inde (Masson-Delmotte *et alii*, 2013). Bien que les émissions par habitant des pays les moins avancés ou en développement restent en moyenne inférieures à celles des habitants des PN, les PES dans leur ensemble émettent désormais davantage de GES que les PN chaque année. En 2013, par exemple, les émissions de la Chine ont dépassé les émissions cumulées des États-Unis et des pays de l'Union européenne (UE) (Van Gameren *et alii*, 2014).



Graphique 8 – Émissions mondiales de CO₂ entre 1965 et 2013 (en Mt)

2- Le phénomène du réchauffement climatique.

Depuis l'ère industrielle, les réservoirs terrestres et océaniques ont absorbé la moitié des émissions anthropiques (Keeling *et alii*, 2010). Les émissions restantes stagnent dans l'atmosphère et sont renvoyées vers le sol, entraînant un déséquilibre du système et provoquant l'élévation de la température terrestre. Toutefois, une combinaison de facteurs à la fois naturels et anthropiques explique les variations de la température (Van Gameren *et alii*, 2014) : (i) les éruptions volcaniques dont les émissions d'aérosols ont tendance à diminuer la température (facteur naturel) ; (ii) la variation des rayonnements solaires (facteur naturel) ; et (iii) les émissions de GES (facteur anthropique).

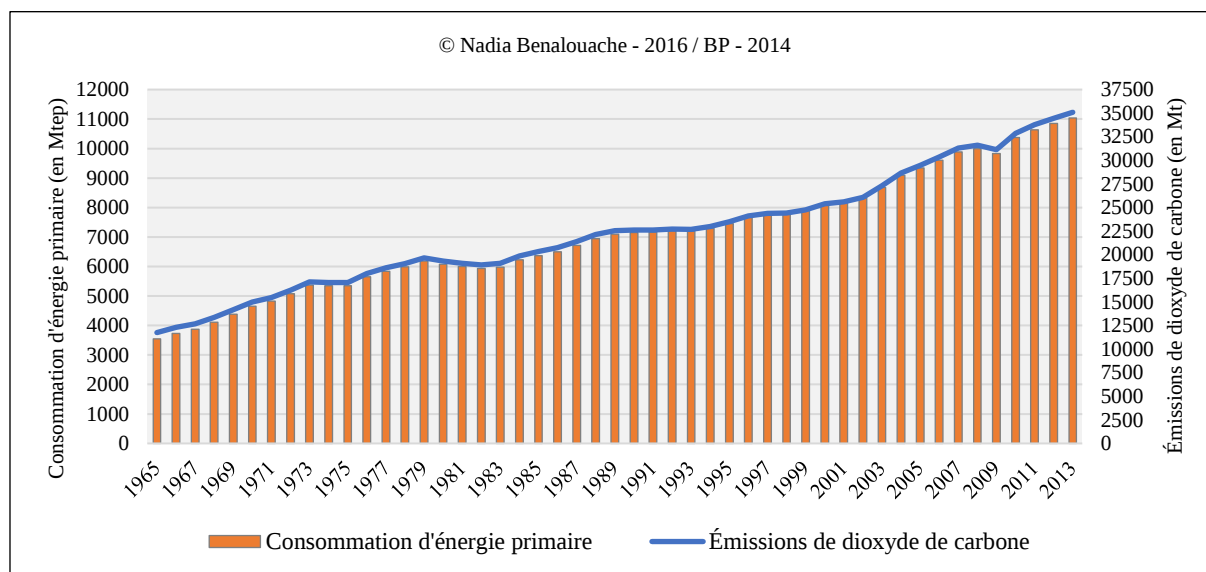
Cependant, d'après le GIEC, la hausse moyenne des températures depuis 1965 est principalement due aux émissions de GES. En 2012, la température moyenne de la planète a progressé de +0,85 °C par rapport à l'ère préindustrielle. Depuis 1990, les dix années les plus chaudes ont été enregistrées, ce qui prouve de manière physique et biologique, le changement climatique (Fréris, Infield, 2013). Certaines études prévoient une augmentation de la température moyenne de la surface de la terre de l'ordre de 0,2 ou 0,3°C tous les dix ans (GIEC, 2013). Le rythme actuel d'accumulation des GES dans l'atmosphère amène de nombreux scientifiques à estimer qu'un réchauffement global de 3 à 4 °C à l'horizon 2100 est prévisible (New *et alii*, 2011 ; AIE, 2013a ; Climate Action Tracker, 2013). Les résultats des actions actuelles de réduction de GES ne seront de surcroît visibles que dans trois décennies environ (GIEC, 2014).

Pour Beck (1992) et Giddens (1994), le réchauffement climatique consécutif à des activités humaines constitue l'illustration de ce qu'ils nomment « la société du risque ». Ce type de risque est difficilement calculable, irréversible et planétaire (Perreti-Watel, Hammer, 2006).

Parmi les activités humaines responsables de l'augmentation des émissions de GES, l'énergie est le premier secteur émetteur de CO₂.

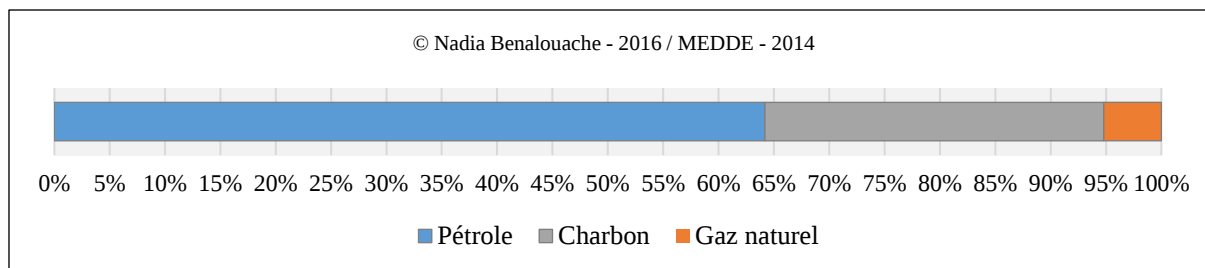
3- Imputabilité du secteur énergétique dans la hausse des émissions de CO₂.

La courbe de l'évolution des émissions de CO₂ et celle de la consommation en énergies fossiles sont presque parfaitement corrélées [cf. graphique 9]. L'augmentation des émissions de CO₂ est en grande partie liée à la croissance de la consommation en énergies fossiles. Les émissions de CO₂ sont essentiellement dûes à la combustion des énergies fossiles. Les différentes énergies fossiles n'ont pas le même impact sur les émissions de CO₂ [cf. graphique 10]. En 2013, 68 % de l'électricité mondiale est produite à partir de combustibles fossiles. Le secteur de la production d'électricité et de chaleur est responsable de 25 % des émissions de GES dans le monde. En 2013, la production d'électricité a généré en moyenne 742,15 g de CO₂/kWh (Van Gameren *et alii*, 2014). Parmi les sources utilisées pour produire de l'électricité, l'éolien est l'énergie la moins polluante avec 9 g/CO₂/kWh²⁰. Seul le nucléaire, énergie décarbonée, est capable de rivaliser avec les énergies renouvelables avec seulement 10 g/CO₂/kWh. La production d'électricité nucléaire génère, toutefois, des déchets radioactifs ni réutilisables ni recyclables et extrêmement complexes à gérer, car potentiellement dangereux du fait de leur radiotoxicité (Mons, 2011).



Graphique 9 – Évolution croisée de la consommation d'énergies fossiles et des émissions de CO₂ entre 1965 et 2013 (en Mtep et Mt)

²⁰ Unité d'énergie équivalente à la production exécutée pendant une heure par une machine dont la puissance est d'un kilowatt.



Graphique 10 – Répartition des émissions de CO₂ par sources d'énergie fossile en 2013 (en %)

4- Les effets attendus du réchauffement climatique.

Le réchauffement climatique impactera de nombreux domaines tels que le climat, les écosystèmes ou encore des secteurs comme l'énergie, l'alimentation ou la santé. Les scientifiques considèrent ainsi qu'une hausse de la température mondiale de 2°C par rapport au niveau préindustriel entraînera la multiplication d'événements météorologiques extrêmes (tempêtes, inondations, sécheresses, etc), mais également un bouleversement des écosystèmes, les plus fragiles surtout, avec une extinction de 20 à 30 % des espèces de la faune et de la flore. L'impact direct du réchauffement climatique sur le fonctionnement des écosystèmes accentuera le risque de transmission des maladies animales, susceptibles de couvrir des éléments pathogènes pouvant être dangereux pour l'être humain. Des crises liées aux ressources alimentaires sont également annoncées, car dans de nombreuses parties du monde – Asie, Afrique, les zones tropicales et subtropicales notamment – les productions agricoles diminueront, provoquant des pénuries alimentaires, causes de conflits et de migrations des populations. Par ailleurs, l'augmentation du niveau de la mer (de l'ordre de 18 à 59 cm d'ici 2100) dûe à la fonte des glaces – la surface de l'océan Arctique couverte de glaces a diminué de moitié en trente ans – devrait provoquer l'inondation de certaines zones côtières (notamment les deltas en Afrique et en Asie) et faire disparaître des pays entiers, comme les Maldives (Rojey, 2008 ; Keeling *et alii*, 2010 ; World Bank, 2013 ; Van Gameren *et alii*, 2014).

Les pertes mondiales consécutives aux catastrophes liées au climat se chiffrent à plusieurs centaines de milliards de dollars par an (Van Gameren *et alii*, 2014). Le Rapport Stern sur les enjeux économiques liés au changement climatique estimait, en 2006, le coût de l'inaction à hauteur de 5 à 20 % du PIB mondial. Une action abaisserait ce coût à 1 % du PIB mondial. Des incertitudes existent encore sur la connaissance des conditions climatiques à venir, et elles concernent deux dimensions. La première est de dimension scientifique, car la compréhension du système climatique demeure, malgré des progrès considérables, relativement limitée. La seconde est de dimension sociétale car ce sont les choix actuels et futurs en matière d'émissions de GES qui conditionneront la nature et l'ampleur du changement climatique à long terme (Van Gameren *et alii*, 2014).

La prise de conscience de ce phénomène et de ses conséquences a conduit à la mise en place au niveau mondial d'un cadre d'action pour atténuer et s'adapter aux effets du changement climatique. Il révèle une préoccupation globale et partagée

B- L'évolution du régime international du climat.

1- Les débuts de la lutte contre le réchauffement climatique.

Dès le début des années 1970, les spécialistes du climat se préoccupent des conséquences de l'augmentation dans l'atmosphère de la concentration du CO₂. Durant cette période, la littérature scientifique²¹ sur le thème des énergies « nouvelles » foisonne. En 1979, a lieu à Genève la première conférence mondiale sur le climat qui marque les débuts de la politique climatique internationale. Le changement climatique est pour la première fois reconnu comme un grave problème de portée mondiale. Cette conférence se déroule sous l'égide de l'OMM et du PNUE.

Après le contre-choc pétrolier de 1986 cependant, le maintien et la formulation de nouvelles politiques de maîtrise énergétique connaissent un relâchement (Riedacker, 2003). En effet, « *le contre-choc pétrolier du milieu des années 1980 et la baisse du dollar ont bien vite balayé les "sages" résolutions de la croissance zéro* » (Daviet, 2005, p.20). C'est dans ce contexte que les Nations-Unies décident de créer en décembre 1988 le GIEC. La lutte contre le réchauffement climatique est donc étroitement liée au contexte énergétique. Les conclusions du premier rapport du groupe, publié en 1990, déboucheront sur l'élaboration de la Convention-Cadre des Nations-Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC) présentée lors du premier sommet de la Terre à Rio de Janeiro en 1992.

Le préambule de la CCNUCC stipule qu'il est fondamental de « *stabiliser, conformément aux dispositions pertinentes de la Convention, les concentrations de GES dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique* » (CCNUCC, 1992, art.2). Entrée en vigueur en 1994, la CCNUCC est aujourd'hui ratifiée par presque tous les pays du monde, y compris la Chine et les États-Unis. Cette convention appelle par ailleurs tous les États signataires à préserver le système climatique dans l'intérêt des générations présentes et futures sur la base des principes d'équité et de responsabilité commune, mais différenciée (notamment du point de vue des capacités financières des pays). Le principe de précaution constitue un autre élément essentiel promu dans le cadre de la CCNUCC « *quand il y a un risque de perturbations graves et irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour différer l'adoption de mesures de précaution pour prévoir, prévenir ou atténuer les causes du*

²¹ Parmi les travaux scientifiques français, on peut notamment citer les ouvrages de Colli (1979), Bizet et alii (1980) et de Barbet (1983).

changement climatique et en limiter les effets néfastes, étant entendu que ces mesures requièrent un bon rapport coût-efficacité » (CCNUCC, 1992, art.3).

La convention pose un certains nombres d'obligations, certaines communes à toutes les parties, d'autres destinées à des groupements de pays :

- Les parties de l'Annexe I englobent les pays industrialisés membres de l'OCDE en 1992 et les Parties en transition, notamment la Fédération de Russie, les États baltes et plusieurs États d'Europe centrale et orientale. Ces pays se sont engagés sur des objectifs chiffrés de réduction de leurs émissions ;
- Les parties de l'Annexe II comprennent uniquement les pays membres de l'OCDE (qui figurent à l'Annexe I). Ces parties doivent notamment fournir les ressources financières nécessaires aux pays en développement pour qu'ils adoptent des politiques et qu'ils entreprennent des activités d'atténuation et d'adaptation²² au changement climatique ; par ailleurs ces parties doivent encourager la mise au point et le transfert de technologies respectueuses de l'environnement, au profit des pays en transition et en développement. Les fonds alloués par les Parties sont distribués au travers d'un mécanisme financier établi par la CCNUCC.
- Les parties non Annexe I sont principalement des PES. La convention reconnaît explicitement le droit de ces pays au développement économique. Elle souligne que certains groupes de pays sont particulièrement vulnérables aux effets préjudiciables des changements climatiques, tels que les pays qui ont des zones littorales de faible élévation ou des zones sujettes à la sécheresse et à la désertification. Elle mentionne aussi les pays pour lesquels les mesures d'atténuation peuvent avoir un effet négatif sur la croissance, par exemple ceux dont l'économie est fortement tributaire des combustibles fossiles.

Le protocole de Kyoto, établi en 1997, complète et renforce la CCNUCC en proposant un cadre pour l'application de mesures destinées à prévenir et corriger les effets du changement climatique. Lors de la signature du protocole de Kyoto, les parties de l'annexe I se sont engagées à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre, la réduction globale devant atteindre -5,2 % dans la période 2008-2012 par rapport au niveau de 1990. L'Union européenne (UE) s'est engagée quant à elle à réduire ses émissions de 8 %. Pour entrer en vigueur, le protocole devait être toutefois ratifié par au moins 55 pays et l'ensemble de ces pays émettre 55 % des émissions totales enregistrées en 1990. Ces conditions ont été remplies lorsqu'en octobre 2004 la Russie a ratifié le protocole. Ce dernier est officiellement entré en vigueur en février 2005. 184 pays ont ratifié le protocole, mais seuls 38 pays se sont engagés à réduire leurs émissions de GES. Le protocole de Kyoto devait arriver à terme en 2012 et être remplacé, à cette date, par un nouvel accord international (Maréchal, 2016).

²² Les mesures d'atténuation doivent permettre de limiter le changement climatique et les mesures d'adaptation de réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et socio-économiques ainsi que les coûts éventuels des effets du changement climatique.

Pour faciliter la mise en application du protocole, il est convenu que les pays concernés²³ par la réduction des émissions de GES peuvent recourir à des mécanismes dits de flexibilité, en complément de politiques et de mesures formulées à l'échelle nationale. Avec cette mesure, la financiarisation de la protection de l'environnement est effective. Ces mécanismes sont :

- Le marché des permis négociables : chaque pays dispose d'un quota d'émissions qu'il répartit entre les différentes industries et entreprises concernées. Les entreprises qui n'ont pas atteint leurs quotas d'émissions annuelles peuvent ensuite vendre un permis d'émissions à celles qui les ont dépassés. Le premier marché mondial des permis négociables est européen et a été mis en place en 2005.
- La Mise en Œuvre Conjointe (MOC) : Destinée aux pays de l'Europe de l'Est essentiellement, elle permet à un investisseur de financer un projet visant à réduire les émissions de GES. Les émissions évitées ou absorbées sont alors attribuées à l'investisseur.
- Le Mécanisme de Développement Propre (MDP) : les pays industrialisés financent des projets qui réduisent ou évitent les émissions dans les PES et sont récompensés de crédits dits "unités de réduction des émissions certifiées" utilisables par la suite pour atteindre leurs propres objectifs d'émissions. L'objectif de réduction des émissions doit être atteint grâce à la création de nouvelles installations et non pas au travers de leur modernisation. Dans les PES, l'industrialisation relativement récente permet en effet d'investir, dans des technologies plus « propres », plus aisément, et à un coût moins élevé que dans les PN.

La MOC et le MDP permettent ainsi d'aider les Parties de l'Annexe I à atteindre leurs objectifs d'émissions à moindre coût en soutenant la réduction des émissions dans d'autres pays.

2- L'après-Kyoto : vers la mise en place d'un nouvel accord.

Les PES ont néanmoins tenu à justifier leur « droit » à polluer au nom de leur potentiel de croissance et en dénonçant l'hypocrisie des PN désignés comme des pollueurs historiques (Delannoy, 2012). La Conférence des Parties de Copenhague²⁴ (COP-15) en 2009 a illustré cette position de la part des PES et, en particulier, de la Chine. Elle a laissé place à un nouvel ordre géopolitique sur la question du climat, où ce sont les États-Unis et les PES qui ont imposé leur vision, au détriment de la vision communautaire européenne (Aykut, Dahan, 2014). Cependant, la prise de conscience face à l'impératif environnemental dans les Pays Émergents est réelle, dans la mesure où la dégradation de l'environnement commence à avoir des conséquences préjudiciables sur l'économie et les populations de certains d'entre eux. La COP-15 consacre cette différenciation entre pays industrialisés et pays en développement. Elle

²³ Le protocole de Kyoto ne pose pas de limitations d'émissions de GES aux PES, même si leurs émissions sont en forte croissance.

²⁴ La convention CCNUCC a mis en place la Conférence des Parties qui se réunit annuellement pour progresser dans la mise en œuvre de la convention.

s'articule en effet à la fois sur une « vision commune », mais met également en place deux volets : « atténuation » et « adaptation ». La vision commune correspond à une action concertée pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, reposant sur des responsabilités certes communes, mais différenciées et respectives des capacités de chacune des parties (Maréchal, 2016). L'article 1^{er} des Accords de Copenhague stipule que « *nous entendons, compte tenu de l'opinion scientifique selon laquelle la hausse de la température mondiale devrait être limitée à 2 degrés Celsius, renforcer notre action concertée à long terme visant à combattre les changements climatiques* ». Cependant, ce texte n'a pas été adopté à l'unanimité, la COP-15 en prendra seulement acte.

Les accords de Copenhague ont néanmoins reconnu que des moyens financiers plus importants étaient nécessaires pour les PES et sont parvenus à la volonté de mobiliser 30 milliards de dollars pour la période 2010-2012, partagés entre l'adaptation et l'atténuation. Ces moyens seraient ensuite portés à 100 milliards de dollars par an jusqu'en 2020. Cette somme peut provenir de différentes sources : bilatérales ou multilatérales, publiques ou privées. Les financements publics peuvent prendre plusieurs formes, telles que les fonds multilatéraux comme le Fonds vert, les fonds issus des institutions financières internationales ou régionales telles que la Banque Mondiale, les contributions gouvernementales, des structures bilatérales telles que l'Agence Française de Développement (AFD). Toutefois, le statut non contraignant de cet accord, la source incertaine des fonds et les espoirs jadis déçus ont suscité un fort scepticisme (Gollier, 2009). À Cancun en 2010 (COP-16), un cadre pour l'adaptation a été créé qui fournit aux PES une aide technique ou propose par exemple un partage d'informations. Cette conférence marque par ailleurs la reprise du processus onusien. Des négociations ont permis d'aboutir à un objectif majeur : limiter le réchauffement à 2°C²⁵ par rapport à l'ère préindustrielle (Alberola, Fagès, 2009). Les promesses de réduction des émissions ne permettront pourtant pas de limiter l'élévation de la température globale en dessous de 3,8 °C environ à l'horizon 2100. Selon de nombreux scientifiques et observateurs, l'objectif des 2 °C serait extrêmement difficile à atteindre. Il n'est pas géo-physiquement impossible, mais les efforts d'atténuation qu'il suppose contrastent fortement avec les tendances mondiales actuelles (Van Gameren *et alii*, 2014). Les attentes de nombreux scientifiques, d'organisations non-gouvernementales ainsi que de l'Europe, quant à des objectifs globaux de réduction des émissions ont été déçues. Depuis Cancun, les conférences mondiales demeuraient relativement infructueuses (Chevalier *et alii*, 2012), jusqu'à l'Accord de Paris en décembre 2015 (COP-21) (Geoffron, 2015).

La COP-21 s'est achevée sur un accord international sur le climat, adopté à l'unanimité par 195 pays le 12 décembre 2015. L'article 2 de l'Accord stipule qu'il est nécessaire de contenir « *l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2 degrés Celsius par rapport aux niveaux préindustriels et en poursuivant l'action menée pour limiter*

²⁵ La concentration en CO₂ dans l'atmosphère ne doit pas dépasser 445 ppm.

l'élévation des températures à 1,5 degré Celsius par rapport aux niveaux préindustriels, étant entendu que cela réduirait sensiblement les risques et les effets des changements climatiques » (Art. 2, al. 1, a.). Elle signe par ailleurs le retour de l'UE au centre des débats, à la fois volontariste et exigeante en ce qui concerne la formulation d'objectifs contraignants, la mise en place d'un cadre juridique, et la possibilité de sanctions à l'égard de pays qui ne tiennent pas leurs engagements (Aykut et Dahan, 2014, p. 372). En effet, l'absence de sanctions inscrites dans le droit international en direction des Parties était jusqu'ici en contradiction avec son caractère contraignant. La nouveauté de l'Accord de Paris réside par ailleurs dans l'initiative, en marge de la COP-21, de nombreux pays de publier une contribution présentant les efforts nationaux à consentir. Cet exercice est original dans le cadre des négociations climatiques internationales. Certains des États soumissionnaires y ont inclus des mesures d'adaptation ainsi que des demandes de financement. Cette initiative résulte d'une approche « bottom-up », qui consiste à laisser chacune des parties décider des objectifs qu'elles sont en mesure d'atteindre et auxquelles elles veulent consentir (Tsayem-Demaze, 2011 ; Aykut et Dahan, 2014 ; Maréchal, 2016). Ainsi, 186 pays ou groupement de pays, qui enregistrent 87% des émissions mondiales de GES, ont proposé une contribution. L'UE, par exemple, s'est engagée à une réduction de 40 % de ces émissions d'ici 2030, par rapport aux niveaux de 1990. Parmi les pays du Maghreb, tous ont soumis une contribution, mais seul le Maroc a désigné des objectifs chiffrés. Le pays vise effectivement une réduction de 13 % de ces émissions de GES en 2030, par rapport à un scénario de référence à politique inchangée. Cet objectif peut être revu à la hausse, jusqu'à 32 %, si un appui financier international intervient²⁶. Un bilan est prévu en 2023, et tous les 5 ans par la suite [cf. article 14 de l'Accord de Paris]. Sur le plan financier enfin, aucune obligation n'est réellement prévue. Le texte prévoit une hausse éventuelle des montants versés aux PES les plus vulnérables, énoncées en 2009 déjà. Ainsi, les 100 milliards annuels promis à Copenhague (COP-15) sont-ils maintenus et deviendraient des « planchers », que les PN peuvent relever ou non.

La Cop-22 organisée à Marrakech au Maroc du 7 au 18 novembre 2016 souhaite « consolider » l'Accord de Paris sur le climat²⁷. Parmi les faits saillants de cette rencontre, l'avancée de deux années de la rédaction du règlement de l'Accord de Paris par les pays signataires, qui devait au départ s'achever en 2020. Les pays signataires de l'annexe I ont également renouvelé leur engagement de verser annuellement 100 milliards de dollars d'ici 2020 et ont promis de mettre à disposition du Centre et Réseau des Technologies Climatiques (CRTC) plus de 23 millions de dollars. Le Fonds vert prévoit par ailleurs deux plans d'aide pour le Libéria et le Népal, respectivement à hauteur de 2,2 millions et 2,9 millions de dollars. La révision du mécanisme international de Varsovie (Cop-19) traitant des questions relatives aux pertes et dommages liés aux effets du changement climatique est décidée (unfccc, 2016). La

²⁶ www.diplomatie.gouv.fr

²⁷ Cet événement se déroule dans un contexte marqué par l'élection du climatocéptique Donald Trump à la présidence des États-Unis. Durant sa campagne, ce dernier n'a pas caché sa volonté de quitter l'accord de Paris.

Cop-22 a été aussi marquée par le lancement du Fonds d'Investissement de Marrakech pour l'Adaptation (MICA). Estimé à 500 millions de dollars, ce fonds est issu du partenariat entre THE LIGHTSMITH GROUP, BEYA CAPITAL CLIMATE FINANCE ADVISORY AND INVESTMENT et le Fonds pour l'environnement mondial (FEM). Afin d'autonomiser les pays notamment de l'annexe II dans l'élaboration de leur contribution nationale, une plateforme est créée : le partenariat NDC (*Nationally Determined Contribution*), co-présidé par le Maroc et l'Allemagne.

Le régime international de lutte contre le changement climatique révèle une distinction entre les PN et les PES, aussi bien en termes de responsabilités que de capacités mais également en termes d'enjeux, car ce sont en effet les PES qui sont susceptibles de subir de manière plus fréquente et plus violente les effets du changement climatique.

3- L'adaptation : les PES en première ligne.

L'atténuation et l'adaptation constituent deux approches foncièrement différentes de la gestion du risque climatique. L'une, l'atténuation, vise à agir en amont sur les causes inhérentes au changement climatique, et l'autre, l'adaptation, s'attache à gérer et résoudre les conséquences du changement climatique. La définition la plus communément utilisée de l'adaptation des systèmes humains au changement climatique est celle du GIEC, à savoir « *une démarche d'ajustement au climat actuel ou attendu, ainsi qu'à ses conséquences, de manière à en atténuer les effets préjudiciables et à en exploiter les effets bénéfiques* » (GIEC, 2012, p. 4). Pendant longtemps les discussions et les négociations se sont uniquement focalisées sur l'atténuation du changement climatique. Or, le troisième rapport du GIEC de 2001 stipule que les seuls efforts d'atténuation ne peuvent suffire à prévenir les impacts du changement climatique. Il faut donc une adaptation au changement climatique. Les effets du changement climatique devraient se produire plus vite que prévu et devraient toucher surtout les pays à revenus faibles et moyens (Ayers, Dodman, 2010).

C'est dans le cadre de la COP de Marrakech (COP-7) en 2001 que ce constat est officiellement établi. Des moyens financiers servant à l'adaptation des PES ont alors été dégagés. Les critères d'éligibilité des projets au titre MOC ou MDP ont également été définis (Ben Jannet-Allal *et alii*, 2006). Les financements sont distribués soit directement, soit par l'intermédiaire du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM), soit *via* des fonds administrés par le FEM sous la supervision de la CCNUCC. En 2002, la Déclaration de Delhi (COP-8) réaffirme la nécessité de lier atténuation et adaptation. À partir de cette COP-8, il est acquis que la contrepartie des engagements futurs des PES concernant la réduction de leurs émissions de GES consiste en une aide financière mise à leur disposition par les PN. En 2004, la COP de Buenos Aires (COP-10) considère que l'adaptation doit être placée sur le même pied d'égalité que l'atténuation. Les COP de Montréal (COP-11) en 2005 et de Nairobi (COP-12) en 2006

promeuvent une assistance aux PES pour l'évaluation des impacts du changement climatique et pour aider à la compréhension des bénéfices de l'adaptation

Ainsi, bien que l'influence historique des PES sur les évolutions climatiques et environnementales à l'échelle internationale ait été moins importante que celle des PN, ce sont eux qui à présent sont particulièrement vulnérables aux conséquences du changement climatique (désertification, accroissement du niveau des océans, réduction de la biodiversité, etc.).

C- L'engagement des pays du Maghreb dans la lutte contre le changement climatique.

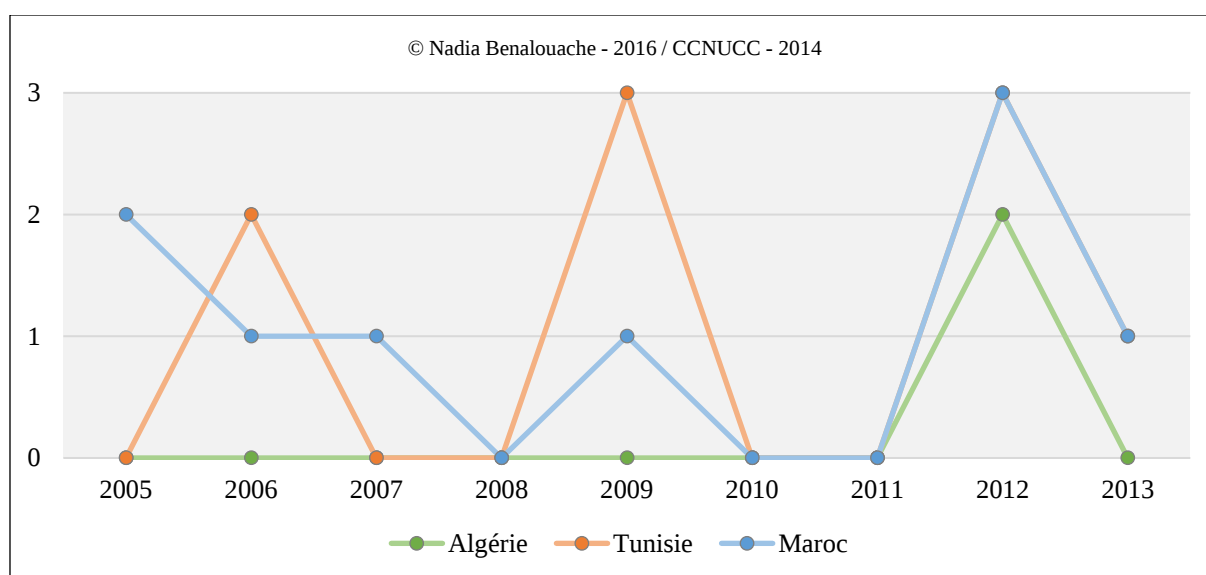
La moyenne des émissions de CO₂ par habitant (CO₂/hab) au Maghreb reste significativement inférieure à la moyenne mondiale, avec 2,21 tCO₂/hab en 2011 contre 4,5 au niveau mondial. Toutefois, les émissions maghrébines de CO₂ augmentent, passant de 2,06 à 2,21 tCO₂/hab entre 2000 et 2011²⁸.

La Tunisie a ratifié la CCNUCC en juillet 1993 et le protocole de Kyoto en juin 2002. Il a manifesté sa volonté de participer à l'effort mondial de lutte contre le changement climatique. Au niveau national, plusieurs mesures ont été prises afin de bénéficier des opportunités offertes par le Mécanisme de Développement Propre (MDP). Elle a ainsi mis en place l'Autorité Nationale Désignée (AND) pour le MDP – dit Bureau National pour le MDP – en décembre 2004 et a également élaboré en 2005 une stratégie nationale pour l'accélération du processus MDP dans tous les secteurs concernés. Les programmes de renforcement de capacités, de sensibilisation et d'appui technique et financier au profit des porteurs de projets MDP se sont multipliés.

L'Algérie a ratifié en avril 1993 la CCNUCC mais n'adoptera le protocole de Kyoto qu'en mai 2005. Le pays, moins friand des MDP, n'a pas mis en place de structures dédiés aux changements climatiques avant 2015. La contribution demandée aux pays dans le cadre de la COP-21 a fini par convaincre le gouvernement algérien de mettre en place un Comité national chargé du suivi des stratégies de lutte contre les changements climatiques. Il a pour objectif de proposer toute mesure susceptible d'assurer la mise en œuvre des engagements contractés par l'Algérie au titre de la CCNUCC, ou des décisions prises par l'État sur cette problématique. Cette instance fut chargée de préparer la contribution soumise en décembre 2015 à Paris (COP-21).

²⁸ Il est à noter que les émissions tunisiennes ont baissé durant cette période, passant de 2,05 à 1,98 tCO₂/hab. Cette baisse est due aux efforts entrepris par la Tunisie pour réduire son intensité carbone.

Dès la ratification de la CCNUCC en 1993, le Maroc s'organise sur le plan institutionnel. Ainsi, le pays a mis en place des structures destinées à considérer les aspects transversaux du Changement Climatique. En 1996, le Maroc crée un Comité National du Changement Climatique, et par la suite un Comité National Scientifique et Technique du Changement Climatique et, à l'instar de la Tunisie, une Autorité Nationale Désignée du MDP (AND MDP). Le Maroc, par rapport aux deux autres pays du Maghreb, a régulièrement soumis, entre 2005 et 2013, des projets MDP enregistrés, ce qui représente neuf projets, contre cinq pour la Tunisie et deux pour l'Algérie [cf. graphique 11]. Enfin, après avoir organisé en 2001 la Cop-7, le Maroc et la ville de Marrakech accueillent une nouvelle fois deux événements majeurs, l'un d'envergure régionale, la Medcop-22 à Tanger les 18 et 19 juillet 2016 et l'autre d'envergure mondiale, la Cop-22.



Graphique 11 – Nombre de projets MDP enregistrés par l'Algérie, la Tunisie et le Maroc entre 2005 et 2013

Le débat mondial sur le changement climatique n'est plus restreint à un enjeu d'ordre environnemental, mais s'inscrit dans une vision plus large – qui lie étroitement les objectifs environnementaux aux objectifs de développement économique et social – celle du développement durable. La transition énergétique « bas carbone » prolonge cette vision car elle constitue l'une des conditions d'un développement durable.

III- Un cadre d'action global : le développement durable.

La vision du développement durable repose sur trois piliers fondamentaux et prône une approche systémique (A). Un des aspects majeurs de ce paradigme questionne la gestion des ressources naturelles – parmi lesquelles les ressources énergétiques – et conduit à repenser les modèles de développement (B). L'injonction d'un développement durable dans les PES, qui pour se développer exploitent massivement ces ressources naturelles, soulève une problématique majeure : l'alliance entre croissance et durabilité (B). Les modalités d'appropriation de ces injonctions sont mises en évidence pour le Maghreb (C).

A- Les dimensions du développement durable.

Le concept de développement durable est le fruit d'une longue évolution chronologique, à laquelle ont participé de nombreux courants idéologiques et scientifiques (Jollivet, 2001 ; Robic, Mathieu, 2001 ; Brodhag *et alii*, 2003 ; Brunel, 2004 ; Jégou, 2011). Mais ce n'est qu'en 1980, suite à la publication de la Stratégie Mondiale de la Conservation (SMC), que le terme développement durable a été employé au sens qu'on lui attribue désormais. Le concept de développement durable a ensuite beaucoup évolué entre la publication de la SMC et celle du rapport Brundtland *Notre Avenir à tous* en 1987. Les contributeurs du rapport partent de deux constats : (i) certains modes de développement dégradent l'environnement ; et (ii) un environnement dégradé constitue un obstacle aux possibilités de développement. Intégrer et harmoniser ces deux problématiques est le but recherché.

La définition du concept fournie par le Rapport Brundtland apparaît comme suffisamment large pour être consensuelle. Elle est la plus utilisée et la plus citée. D'après cette définition, le développement durable est « *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs* » (Brundtland, chap. 2, p. 43). Le contexte de publication de ce rapport est marqué par le retour en force des thèses libérales et celui de la réaffirmation de la primauté de la croissance économique (Vivien, 2003). S'en suivent différentes rencontres, notamment les Sommets de la Terre, organisés sous l'égide des Nations Unies. Le concept de développement durable s'enrichit alors. À partir du Sommet de la Terre de Rio en 1992, le concept se diffuse très largement. Il repose dorénavant sur trois piliers : environnemental, économique, social [cf. figure 9].

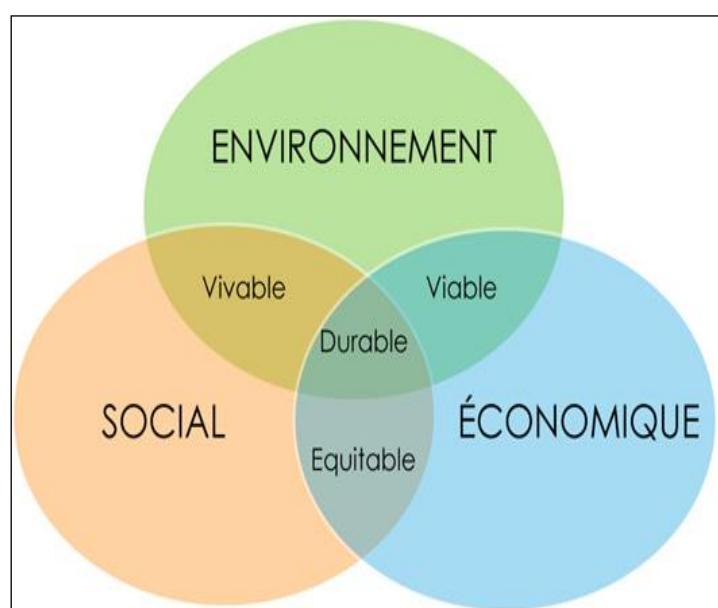


Figure 9 – Les piliers du développement durable

Dans ce schéma classique qui représente les piliers du développement durable, plus l'intégration des différentes composantes du système est forte, plus la durabilité est effective

(Cans, 2009). Selon le "Dictionnaire du développement durable" (2003), le développement durable du fait de son contexte d'émergence, est un compromis entre : (i) les intérêts des générations actuelles et celui des générations futures, dans le contexte de l'équité intergénérationnelle ; (ii) les PN et les PES ; (iii) les besoins des êtres humains et la préservation des écosystèmes.

L'injonction d'un développement durable repose sur la tension qui existe entre les conditions du développement (en particulier sous l'angle de la croissance) et les limites de l'utilisation des ressources naturelles²⁹, notamment énergétiques (et les impacts induits). La mise en œuvre des objectifs du développement durable sous-tend de ce fait des modes spécifiques de gestion des ressources.

B- Repenser les modèles de développement : une nécessaire gestion raisonnée des ressources.

Dès 1972, le rapport "The Limits to growth"³⁰ publié en 1972 par le Club de Rome³¹ critique les modèles de développement des PN, car ces modèles ne tiennent pas compte des limites des ressources naturelles de notre planète. Il expose les dangers qu'entraîne une croissance économique et démographique exponentielle vis-à-vis de l'épuisement des ressources³² ainsi que l'accumulation de la pollution et la surexploitation des systèmes naturels pouvant aboutir à une crise environnementale. Les auteurs du rapport écrivent : *« nous avons la conviction que la prise de conscience des limites matérielles de l'environnement mondial et des conséquences tragiques d'une exploitation irraisonnée des ressources terrestres est indispensable à l'émergence de nouveaux modes de pensée qui conduiront à une révision fondamentale, à la fois du comportement des hommes, et, par la suite, de la structure de la société actuelle dans son ensemble »* (Meadows et alii, 1972, p. 293-294).

Certaines définitions du développement durable mettent particulièrement l'accent sur la question des ressources naturelles. Dans le "Dictionnaire de géographie humaine" (2000), par exemple, le développement durable serait le *« développement économique et social fondé sur une utilisation raisonnable des ressources, grâce à des techniques et des modes*

²⁹ Selon l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC), *« ce sont les stocks de matières présentes dans le milieu naturel qui sont à la fois rares et économiquement utiles pour la production ou la consommation, soit à l'état brut, soit après un minimum de transformations »* (OMC, 2010).

³⁰ Ce rapport, commandé par le Club de Rome, s'appuie sur les résultats d'une simulation par ordinateur d'un modèle du monde construit par le Groupe d'étude de dynamique des systèmes du *Massachusetts of Institute of Technology* (MIT) à partir de cinq variables : la population, la production alimentaire, l'industrialisation, la pollution et l'utilisation des ressources naturelles non renouvelables.

³¹ Association à but non lucratif de droit suisse fondée en 1968.

³² La réflexion sous le seul angle de l'épuisement des ressources naturelles remonte au 18^{ème} siècle. Les économistes Malthus et Ricardo établissaient déjà à l'époque une corrélation entre l'épuisement des ressources et celle de la croissance économique. Selon eux, l'économie tendrait inévitablement vers un état stationnaire pouvant être retardé par le progrès technique et le développement du commerce international (Flam, 2010).

d'organisations appropriés » (Charvet et alii, 2000, p. 56). La problématique de la gestion raisonnée des ressources naturelles renvoie à la notion de durabilité, car « *du fait de leur caractère potentiellement épuisable, la durabilité a toujours été un élément central de l'économie des ressources* » (Vivien, 2003, p. 19).

L'une des questions essentielles pour une société est de savoir comment gérer ses ressources, ce que les économistes qualifient de capital. Ce capital peut être naturel – les ressources naturelles étant soit renouvelables, soit non renouvelables – ou construit – le capital physique des infrastructures et des biens produits, le capital financier, le capital humain des compétences, le capital social des réseaux et des relations (Brunel, 2004).

Les interprétations et les recherches sur le thème, surtout en économie, ont donné naissance à deux visions de la durabilité : la durabilité forte et la durabilité faible. La durabilité est dite forte – *strong sustainability* – quand on considère que le capital naturel doit absolument être maintenu en état (Mancebo, 2010). Elle est dite faible – *weak sustainability* – lorsque la somme du capital naturel et celle du capital construit peuvent se substituer. L'un peut diminuer à condition que l'autre augmente au moins d'autant, afin de maintenir l'agrégat constant ou en croissance.

La durabilité forte privilégie l'environnement. Les activités humaines doivent être limitées pour préserver la planète. La majorité des biologistes, des organisations environnementales ainsi que certains économistes défendent cette conception de la durabilité. Parmi les économistes qui soutiennent cette dernière, se trouvent les tenants de l'*Ecological Economics* (ou économie écologique) comme Daly (1990). Avec le récent essor de la consommation des ressources, les recherches au sein de ce champ transdisciplinaire suscitent aujourd'hui un intérêt important, notamment autour de la gestion durable des ressources et les perspectives futures de leur utilisation. L'économie écologique décrit les activités économiques comme des processus naturels qui reposent sur des flux d'énergie et de matière, afin de montrer que les tendances actuelles de la consommation de ressources dépassent la capacité de la nature à fournir ces dernières de manière durable (Krausmann et alii, 2009). Plusieurs études proposent une quantification du prélèvement des ressources et de son évolution au cours des dernières décennies – telles que l'empreinte écologique (Wackernagel, Rees, 1996) ou le « sac à dos écologique » élaboré par le Wuppertal Institute. Toutefois selon Smil (2013, 2014), ces études ont un caractère simplificateur et ne considèrent pas suffisamment les différences qualitatives qui existent entre les ressources.

La durabilité faible donne la priorité à l'humanité. Les partisans de la durabilité faible pensent que l'environnement n'est que le produit des activités humaines (Brunel, 2004). Ce courant fonde sa théorie sur différents modèles économiques, tels que le modèle de Hotelling (1931) qui propose une gestion optimisée de la ressource non renouvelable, ou la règle de

Hartwick (1977) qui s'intéresse aux conditions de la durabilité de la consommation. Selon Mancebo (2010), la différence entre les deux représente une véritable « fracture conceptuelle ». Cette fracture tient au niveau de confiance à l'égard des vertus du progrès technique.

La transposition scalaire des enjeux du développement durable, du global au local, est l'un des aspects importants de sa mise en œuvre. En effet, « *le développement durable a un succès planétaire qui percole à toutes les échelles géographiques et qui concerne tous les domaines de la vie* » (Soubeyran, 2000, p. 63). Les systèmes sociaux, économiques et écologiques varient beaucoup d'un pays à l'autre. Il n'existe pas de modèle unique de diffusion du développement durable (Vivien, 2003). La Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement (CMED) recommande tout de même en 1987 que les pays dits en développement consentent aux efforts de maîtrise de leur démographie et adoptent des modes de consommation qui diffèrent de ceux des pays industrialisés.

C- Développement durable et PES : modalités d'appropriation au Maghreb.

L'introduction de la problématique du développement durable dans les PES s'est faite au travers de l'aide au développement (Veyret, 2005). Entre 1980 et 1990, les plans d'ajustement structurel instaurés par les institutions de Bretton Woods et à l'origine de la mise en œuvre de programmes de développement sont fondés sur des conditionnalités principalement économiques. Ce n'est qu'à la suite du premier rapport du Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) sur le développement humain en 1990 et du Sommet de la Terre à Rio en 1992 que la recherche d'un équilibre entre les différentes dimensions du développement durable se généralise progressivement dans les discours sur l'aide au développement (Boidin, Djeflat, 2009). Toutefois, une dimension est particulièrement privilégiée, la dimension environnementale. La généralisation de ces préoccupations a apporté des changements dans l'architecture de l'aide au développement des institutions bilatérales comme multilatérales. Ce changement s'est souvent traduit par une augmentation des dotations afin que les dimensions environnementales et sociales soient davantage prises en compte dans les programmes de développement. Néanmoins, l'environnement n'est pas encore considéré comme un facteur déterminant du développement (Jacquet, Loup, 2009). Pourtant, « *dans les [PES³³], la question de l'environnement est intrinsèquement liée à celle du développement* » (Cormier-Salem, 2007, p. 367). L'intervention dans les PES est légitimée par le « *processus de solidarité internationale désormais sous-tendu par le principe de responsabilité des sociétés face à l'environnement. L'ingérence au nom de l'environnement [...] paraît donc aller de soi* » (Veyret, 2005, p. 37). Cette ingérence n'est pas seulement humanitaire, mais aussi économique et politique, émanant d'institutions financières internationales et de bailleurs de fond. La figure suivante présente

³³ Parmi les pays du Sud, l'auteur distingue quatre catégories : les Pays les Moins Avancés (PMA) à Etat fragile, les PMA à Etat fort, les DOM et enfin les pays émergents.

l'architecture de l'aide au développement. Les exemples de structures désignent prioritairement celles qui opèrent au Maghreb [cf. figure 10].

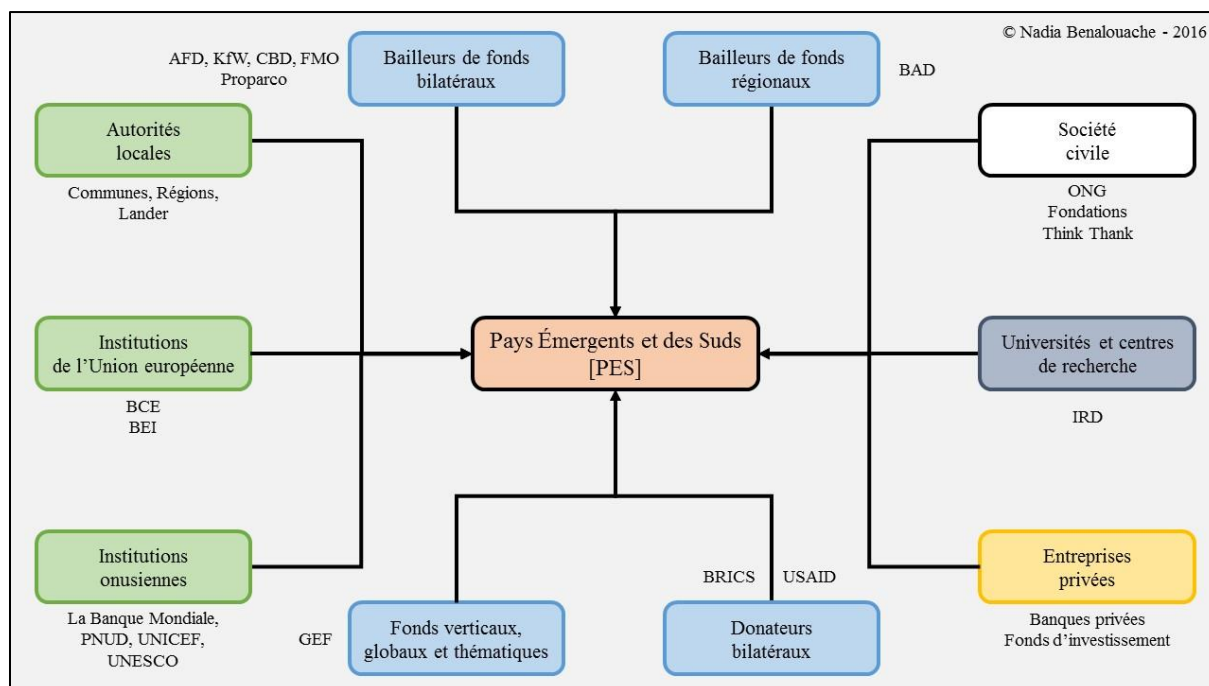


Figure 10 – L'architecture de l'aide au développement

Dans leur étude sur l'appropriation des injonctions du développement durable dans les villes arabes et leur opérationnalisation, Barthel *et alii* (2013) montrent la manière dont s'est diffusé le Développement Urbain Durable (DUD), en évoquant le rôle de premier plan des États centralisés et dirigistes et de leurs gouvernements, et leurs stratégies, au travers de cette promotion, de re-légitimation des régimes en place. « *Dans ce contexte de lien fort à l'échelon international, le développement durable est construit au plus haut niveau des États* » (Barthel *et alii*, p. 23). Ils mettent, par ailleurs, en exergue la contradiction qui existe entre des régimes autocratiques et les principes du développement durable. Dans ces pays, en effet, les pouvoirs locaux aussi bien que la société civile sont marginalisés et/ou volontairement affaiblis. L'appropriation du développement durable est encore très marquée par une approche techniciste et experte, ou encore réglementaire et bureaucratique (Souami, 2008 ; Gauthier, Lepage, 2005 ; Barthel *et alii*, 2013). L'influence de la coopération (financière) internationale, dans la plupart des pays arabes, est essentielle dans la mise en œuvre du développement durable, notamment au travers des grandes agences qui relèvent de l'ONU et des structures de coopération bilatérale (GIZ, AHK, AFD). Ces observations ont également été faites en ce qui concerne la prise en main au Maghreb de la problématique de la transition énergétique « bas carbone », incontestablement appropriée et mise en œuvre dans une logique top-down.

En outre, nombreux sont les PES comme le Maghreb à prétendre avant tout à la croissance et au développement, les « *pays pauvres* [n'ayant] *évidemment pas les mêmes conceptions*, [car] *ils souhaitent parvenir à des niveaux de développement proches de ceux des*

pays riches industrialisés » (Veyret, 2005, p. 85). Or, le concept de développement durable paraît de prime abord s'en éloigner. Si l'on s'en réfère au rapport Brundtland, le développement durable ne serait pourtant pas en contradiction avec le processus de croissance. Il soutient effectivement que le concept en question doit s'inscrire dans une économie de marché. Il dissocie par là même le concept de développement durable du concept de décroissance (Vivien, 2003). Le rapport Brundtland aspire à une « *nouvelle ère de croissance* » (Vivien, 2003, p. 26). Un des objectifs du rapport réside dans la modification du contenu de cette croissance grâce à la promotion d'activités et de techniques plus respectueuses de l'environnement et « *notamment celles qui requièrent de moins fortes intensités de matières premières et d'énergie* » (Vivien, 2003, p. 26). L'alliance de la croissance et de la protection de l'environnement se formalise pleinement au travers du discours sur la croissance verte (Chevalier et alii, 2013 ; Jouvét, De Perthuis, 2013). Cette appellation se retrouve majoritairement dans les travaux du domaine des sciences économiques (Lacarrière, 2011 ; Chevalier, 2013 ; De Perthuis, 2013).

D- La croissance verte : un compromis pour les PES ?

Le terme de croissance verte renvoie à une économie dont les revenus et les emplois résultent d'investissements ayant pour but de réduire les émissions de CO₂ ainsi que la pollution, d'empêcher une perte de la biodiversité et d'améliorer le rendement des ressources (Guérin et alii, 2015). L'OCDE entend par croissance verte « *la poursuite de la croissance et du développement économiques en veillant à prévenir un certain nombre de problèmes qui coûtent cher : dégradation de l'environnement, changement climatique, érosion de la biodiversité et utilisation non viable des ressources naturelles* ». Ce sont de nouvelles formes de croissance, plus vertes et plus responsables. La recherche et développement (R&D) et l'innovation sont les instruments majeurs de la croissance verte. L'innovation ne se limite cependant pas à une innovation technologique, elle est également organisationnelle, institutionnelle, financière, etc (Chevalier et alii, 2012). L'environnement devient ainsi un secteur d'activité de plus en plus porteur pour les entreprises. On estime le marché mondial de l'ensemble des éco-industries ou technologies propres à environ 600 milliards d'euros annuels, avec une croissance de 5 à 10 % par an. D'après le rapport Stern, le marché des émissions de GES serait de 100 milliards de dollars en 2050. Un récent rapport de l'Organisation Internationale du Travail (OIT) estime qu'une centaine de millions d'emplois verts existent déjà dans le monde et rapporte que ces activités nécessitent plus de main d'œuvre que d'autres³⁴. Le marché des énergies renouvelables représenterait environ 150 milliards de dollars et croîtrait de près de +30 % par an (Jürgensen, 2009).

Tout comme l'approche du développement durable, la transition énergétique « bas carbone » dans les PES implique d'allier croissance économique et durabilité. L'irruption du

³⁴ Le scénario B1 du GIEC est élaboré à partir de plusieurs paramètres et parmi eux : l'utilisation de technologies plus efficaces, un recours aux énergies fossiles moins important, et des efforts consentis en matière de protection de l'environnement.

développement durable dans les PES est surtout le fait des institutions internationales intervenant au nom de l'aide au développement. Les États maghrébins s'approprient les injonctions globales dans une visée souvent politique ou pour capter les subventions prévues, par exemple dans le cas des MDP. Ce sont des « réflexes » que l'on retrouve avec la mise en œuvre de la transition énergétique « bas carbone » au Maghreb.

L'énergie est au cœur de la problématique du changement climatique. La raréfaction des énergies de stock, associée au problème de la volatilité des cours de l'énergie, ainsi que les préoccupations autour du réchauffement climatique, constituent des contraintes majeures qui font du modèle énergétique dominant un modèle non durable, justifiant d'engager une transition énergétique « bas carbone ». Le bouquet énergétique maghrébin est, qui plus est, un des plus déséquilibrés au monde, caractérisé par la part écrasante des hydrocarbures, produits comme importés, et dont l'exploitation est sans conteste responsable de rejets d'émissions de GES. Aussi, « aucune société dans l'histoire n'a échappé aux contraintes issues de la crise de son système énergétique » (Debeir et alli, 2013, p. 520).

L'étude du régime international du climat a révélé que la gouvernance climatique mondiale est caractérisée par un cadrage top-down (Aykut, Dahan, 2011). Ce dernier doit être toutefois nuancé car la Cop-21, par le biais des NDC (*Nationally Determined Contribution*), tente néanmoins d'introduire une approche bottom-up. Les politiques climatiques élaborées par les pays du Maghreb répondent quasi exclusivement à ces injonctions internationales. Parmi les pays du Maghreb, le Maroc fait preuve d'un engagement de plus en plus important dans la protection du climat et fut, en novembre 2016, le pays hôte de la Cop-22. De même que pour le développement durable (Barthel *et alii*, 2013), ce lien fort à l'échelon international explique que la lutte contre le changement climatique dans les pays du Maghreb soit envisagée au plus haut niveau des États. Qu'en est-il de la transition énergétique « bas carbone » ? Ce concept émergent de « transition énergétique » est-il opératoire au Maghreb ? Quels sont les méthodes et outils dont disposent les SHS et en particulier la géographie pour appréhender le processus à l'œuvre ? C'est à ces questions qu'il convient désormais de répondre.