

Introduction générale

L'énergie est un facteur essentiel du développement des sociétés (George, 1950 ; Cottrell, 1955 ; Bauby, 1995 ; Ayres, 2009 ; Boiteux *et alii*, 2010 ; Carbonnier, Grinevald, 2011). Il paraît donc difficile de dissocier le système énergétique d'une société de son mode de développement économique et de ses réalités sociales. En effet, la transition énergétique « *is not limited to energy systems themselves, but extends to their patterns of economic growth and development* » (Bridge *et alii*, 2013, p. 337). Le modèle énergétique qui se diffuse actuellement dans le monde, et dans lequel s'inscrit le modèle énergétique maghrébin dominé par les hydrocarbures, fait face à deux contraintes majeures : la raréfaction des ressources fossiles et fissiles à l'échelle humaine (Merlin, 2008 ; Rojey, 2008 ; Chevalier *et alii*, 2012) – contrainte souvent associée à une autre préoccupation, la volatilité des cours de l'énergie – et le phénomène du réchauffement climatique (Rojey, 2008 ; Tsayem-Demaze, 2011 ; Deshaies, Baudelle, 2013). Ce contexte questionne la durabilité du système énergétique, et appelle plus largement à une redéfinition profonde des besoins et des modes de consommation, ainsi qu'à l'émergence ou au retour (Brücher, 2009) à de nouvelles sources et formes de production d'énergie. Le modèle énergétique dominant, qui influence les règles actuelles de la croissance économique et du développement, est, au sens du rapport Brundtland (1987), non durable, ce qui favorise la montée en puissance du concept de transition énergétique (Rojey, 2008 ; Raineau, 2010 ; Smil, 2010 ; Bridge *et alii*, 2013 ; Chevalier *et alii*, 2013 ; Duruisseau, 2014 ; Zelem, Beslay, 2015).

Le terme de « transition » désigne un système caractérisé par un changement profond, qui évolue d'une configuration dominante à une autre. La transition d'un système suit généralement une trajectoire faite de fluctuations autour d'une tendance vers une autre tendance. L'objectif est alors de comprendre ce qui conduit une trajectoire vers cette autre tendance (Scheffer *et alii*, 2012). La plupart des auteurs considèrent deux types de transition : celles qui résultent d'une perturbation exogène et celles qui découlent d'interactions endogènes au système (Sanders, 2014). La transition énergétique « bas carbone »¹ a pour spécificité de reposer sur un perturbateur à la fois endogène à son système, le caractère épuisable des ressources fossiles, et exogène, le réchauffement climatique, contrainte globale et inédite dans l'histoire longue des transitions énergétiques (Debeir *et alii*, 1986 ; Grubler, 1998, 2004, 2010 ; Melosi, 2006 ; Smil, 2010 ; Arnoux, 2010). Le réchauffement climatique, qui « force » et suscite une transformation dans le système énergétique dominant, rend cette transition énergétique « institutionnalisable », à l'instar du développement durable, et émane le plus souvent de volontés délibérées. Pour Smil (2010), cette transition, dominée par des préoccupations environnementales au niveau global, et en particulier l'incertitude quant aux

¹ Terminologie empruntée à Bridge *et alii* (2013) qui désignent la transition émergente comme une « *low carbon transition* ».

impacts du changement climatique, sera impulsée par les pouvoirs publics et orientée selon leurs objectifs. En effet, « *nous ne pouvons nous en remettre à l'entropie et à la finitude des réserves [car] pour des raisons climatiques et plus généralement écologiques, il faut absolument produire une contrainte politique* » (Fressoz, 2013, p. 16). Le concept émergent de « transition énergétique » possède, à ce titre, une forte résonance politique, car suivant les définitions qu'il recouvre, ce dernier peut justifier différentes orientations et stratégies d'action. Les Sciences Humaines et Sociales (SHS) contribuent à la compréhension des processus politiques et aux débats publics portant sur ces nouvelles formes d'énergie (Labussière, Nadaï, 2015).

Le terme de transition énergétique est utilisé pour la première fois au début des années 1980 (Krause *et alii*, 1980). La définition la plus générique de la transition énergétique renvoie au passage d'un modèle reposant majoritairement sur les énergies fossiles vers un nouveau modèle énergétique fondé en majeure partie sur les énergies non carbonées. Nous soutenons l'idée que l'innovation technique pour engager cette transition est nécessaire mais non suffisante. En effet, **ce processus est multiforme et multidimensionnel**, car « *les dynamiques de transition se présentent [...] comme le résultat de processus interactifs complexes entre des marchés, des technologies, des institutions, des politiques publiques, des comportements individuels sur fond de tendances économiques, techniques et socioculturelles* » (Rumpala, 2010). Les Sciences Humaines et Sociales ont donc un rôle à jouer dans la lecture et l'analyse de ce processus. Les causes de ce dernier ayant été largement investies, il reste à mettre en évidence les modalités de sa mise en œuvre ainsi que ses impacts, tant du point de vue politique, économique, social que géographique.

« *La géographie s'intéresse depuis longtemps déjà à la question de l'énergie, car l'énergie est une clé de lecture des territoires* » (Mérenne-Schoumaker, 2007a, p.23). Dans la **discipline géographique**, la thématique a été abordée à partir de plusieurs entrées : les structures de production et de consommation, les structures spatiales, les réseaux techniques, les acteurs et les marchés (Brunet *et alii*, 2005 ; Mérenne-Schoumaker, 2007a). Mérenne-Schoumaker rapporte que les structures et les dynamiques territoriales sont avant tout conditionnées par la disponibilité des ressources énergétiques et que « *la discordance entre les zones de production et de consommation impliqu[e] des flux de matière énergétique et a fortiori des transports* ». Les sources d'énergies solaires modifient, cependant, la répartition géographique « traditionnelle » des disponibilités énergétiques, longtemps associées aux énergies de stock, car elles sont de faible densité énergétique et distribuées de manière plus homogène sur les territoires (Barnet, 1983 ; Brücher, 2009 ; Smil, 2010, Debeir *et alii*, 1986 ; 2013 ; Deshaies, Baudelle, 2013). L'énergie solaire, qui est une énergie de flux, réintroduit ainsi une proportionnalité entre rendement et surface de production (Bonnal, Rossetti, 2007 ; Brücher, 2009 ; Fouquet, 2010 ; Deshaies, Baudelle, 2013 ; Durand *et alii*, 2015). Par ailleurs, la discordance entre les zones de production et de consommation est a priori rompue avec

l'énergie solaire, qui peut être produite et consommée localement. Le développement de l'énergie solaire peut par conséquent avoir une influence nouvelle sur les types d'organisation spatiale. Les mutations énergétiques en cours supposent une nouvelle approche géographique de l'énergie, du fait notamment du déploiement de nouvelles sources d'énergies renouvelables, de l'optimisation nouvelle des réseaux électriques, de la relocalisation des systèmes énergétiques (ou électriques), de l'émergence de nouveaux acteurs, de l'apparition de nouveaux espaces de l'énergie ou encore du rapport bouleversé de l'offre et de la demande.

Notre thèse interroge la mise en œuvre de la transition énergétique « bas carbone » au **Maghreb**, sous l'angle du développement de l'énergie solaire, dans des pays qui n'ont aucun engagement contraignant en matière de réduction des gaz à effet de serre dans le cadre du protocole de Kyoto (pays de l'annexe II). Les trois pays du Maghreb présentent, par ailleurs, des profils énergétiques extrêmement hétérogènes, l'Algérie est exportatrice d'hydrocarbures tandis que le Maroc dépend à plus de 96 % des importations d'énergie. La Tunisie, qui enregistre un déficit de sa balance énergétique depuis 2001, est devenue importateur net. Chacun des mix de consommation énergétique, en revanche, illustre, à l'instar de nombreux pays arabes, le « tout hydrocarbures » (Favennec, 2009 ; Mons, 2011). Bien que les besoins diffèrent, les enjeux relatifs au développement de l'énergie solaire à la fin de la décennie 2000 au Maghreb ne se limitent pas à la seule préoccupation du réchauffement climatique, mais ouvrent des perspectives d'autosuffisance énergétique et constituent une opportunité technologico-industrielle majeure pour le développement de ces jeunes nations.

Le choix d'un objet technique

Le recours à l'énergie solaire repose sur plusieurs formes d'exploitation et renvoie à différents procédés techniques et potentialités énergétiques. Notre travail s'intéresse aux **dispositifs solaires et hybrides dédiés à la production d'électricité et connectés au réseau**. L'ensemble des procédés servant à produire de l'électricité à partir de l'énergie solaire sont pris en considération, à savoir la technologie photovoltaïque (PV) et thermodynamique (CSP) ainsi que les systèmes hybrides solaire-gaz, technologies en présence au Maghreb.

L'étude des dispositifs euro-méditerranéens de promotion de l'énergie solaire, qui visent à déployer des unités de production d'électricité d'origine renouvelable à grande échelle au Sud de la Méditerranée (Plan Solaire Méditerranéen, Desertec Industrial Initiative) et à les relier électriquement entre elles et/ou directement au réseau électrique européen explique, entre autres, le choix de ne considérer que les installations connectées au réseau électrique. Cette perspective soulève des problématiques liées à l'intégration électrique des territoires et à leur mise en réseau (matérielle). Ainsi, la question des infrastructures de production de l'électricité mais également celle de son évacuation doivent être appréhendées.

Justification du terrain d'étude

Le choix des trois pays du Maghreb répond à l'exigence d'une cohérence territoriale [cf. figure 1]. Les pays retenus sont dotés d'un potentiel d'ensoleillement considérable, en raison notamment de la présence du désert saharien, un des gisements solaires les plus importants au monde. Les superficies très étendues, la quasi-absence de conflits d'usage – notamment avec l'agriculture – expliquent l'attention portée à la zone dans le cadre des projets euro-méditerranéens. Aussi, « *c'est sur la production de l'énergie solaire que se fixe le rêve « développementiste » du Sahara. C'est sur elle qu'on table pour répondre à l'essentiel des besoins énergétiques de la région euro-méditerranéenne* » (Henry et alii, 2013, p. 3).

Les applications solaires à concentration et dans une moindre mesure, photovoltaïques – centrales photovoltaïques au sol (CPVS) par exemple – exigent, qui plus est, une forte irradiation solaire sur des périodes relativement longues pour être économiquement viable et rentable (Ferrière, Flamant, 2004). L'un des enjeux technico-économiques actuels majeurs réside dans l'exploitation industrielle à grande échelle de ce type de dispositif. En outre, à la différence des ressources en hydrocarbures qui concernaient avant tout l'Algérie, la ressource solaire, relativement bien répartie sur les territoires du Maghreb, fait une place inédite au Maroc et à la Tunisie.

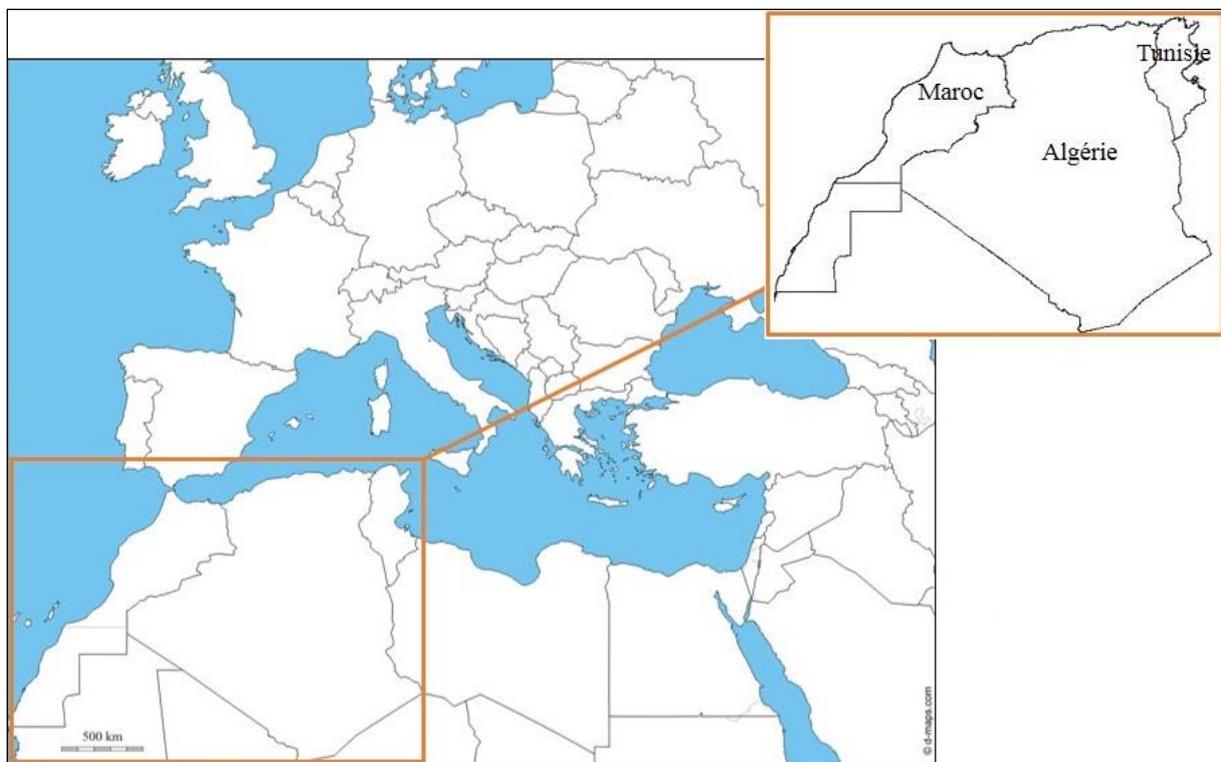


Figure 1 – Le Maghreb central

Le choix du Maghreb offre également d'analyser un contre-exemple dans les enjeux territoriaux de la transition énergétique « bas carbone ». L'organisation des pays du Maghreb

repose encore sur une déconcentration administrative, malgré les réformes entreprises dans le sens d'une plus grande décentralisation des pouvoirs² (Zriouli, 2012 ; Ressami, 2013 ; Lokrif, Moisseron, 2014 ; Labiadh, 2016). L'influence du pouvoir central sur les décisions prises aux échelles infra-étatiques est forte et s'opère notamment au travers de représentants de l'État. Cette réalité institutionnelle n'a pour le moment pas permis l'émergence de « territoires » locaux au Maghreb, espaces délimités, sur lesquels s'exercent le plus souvent l'autorité d'organes élus (et non nommés par l'État) disposant de pouvoirs significatifs. Or, l'existence de territoires témoigne d'une appropriation par les acteurs locaux (élus, associations, entreprises, acteurs ordinaires). La notion de territoire permet ainsi, à la différence de celle d'espace, de souligner le rôle de l'acteur (Raffestin, 1986 ; Daviet, 2005 ; Claval, 2007 ; Benko, 2008) à différents niveaux d'exercice et de gestion des pouvoirs.

Mises à part des formes de politisation locale de la question énergétique (Jaglin, Verdeil, 2013), promues par des associations de la société civile ou des municipalités, il est inapproprié, dans ce contexte de forte centralisation administrative, de parler de territorialisation³ des énergies renouvelables au Maghreb. D'après Jaglin et Verdeil (2013, p.7), l'hypothèse d'« *une montée en puissance des pouvoirs locaux dans la gouvernance énergétique* » n'est pas vérifiée au sud de la Méditerranée, du moins pour le moment. Il n'est donc pas pertinent de déceler au Maghreb une quelconque « revanche des territoires »⁴. En dépit de ce constat, une transition énergétique « bas carbone » s'opère au Maghreb. Elle est, entre autres, le fruit de projets imaginés par des structures supranationales et décidés au plus haut niveau des États. En observant une transition énergétique qui s'opère principalement « par le haut », notre recherche s'inscrit de fait à contre-courant de nombreux travaux qui se proposent d'étudier une transition énergétique « par le bas », émanant du local (Vaché, 2009 ; Cacciari *et alii*, 2014 ; Bally, 2015 ; Durand *et alii*, 2015 ; Pierre, 2015).

Par ailleurs, en dehors des rapports d'expertise (UNECA, 2012), très peu d'études académiques ont été conduites sur la transition énergétique au Maghreb ou dans les pays qui le composent (Brand, Zingerle, 2011 ; Bolzon *et alii*, 2013 ; Jaglin, Verdeil, 2013 ; Rocher, Verdeil, 2013) ; la majorité des contributions scientifiques sur la transition énergétique étant dédiées aux Pays du Nord (PN). Autant de raisons qui justifient le choix du Maghreb comme terrain d'étude.

² Cf. Article 129 de la constitution de la République tunisienne adoptée le 26 janvier 2014 ainsi que la politique sur la « régionalisation avancée » au Maroc.

³ La territorialisation s'entend en géographie comme un processus de décentralisation qui permet d'inscrire l'action publique à une échelle infra-nationale (Reghezza-Zitt, 2012). Pour certains auteurs (Douillet, 2003 ; Douillet, De Maillard, 2007), la territorialisation constitue même une des conséquences inattendues du processus de la décentralisation des pouvoirs en même temps qu'elle sert l'affirmation des acteurs locaux.

⁴ Cette expression a été forgée par Labussière et Nadaï (2015) pour évoquer, le cas échéant, le rôle des territoires dans la mise en œuvre de la transition énergétique « bas carbone ».

Approche systémique et systèmes sociotechniques

Notre approche est systémique. En s'intéressant à un objet technique⁵, la thèse révèle les enjeux multiples (économique, politique, spatial et social) que sous-tend son déploiement au Maghreb. Nous tentons de comprendre dans quelle mesure l'objet technique est à l'interface de ces différentes sphères [cf. figure 2]. Cette approche systémique invite ainsi à ne plus « raisonner par filières, ni à partir de la simple métrique des capacités productives installées » (Labussière, Nadaï, 2015, p. 11). Elle nous permet d'appréhender la complexité de la technologie en la « dépliant », afin d'éclairer « les processus et les liens indissociablement sociotechniques qui la portent à existence et la constituent » (Labussière, Nadaï, 2015, p. 25). Il s'agit de dépasser la simple étude de l'objet technique et d'envisager l'insertion de ce dernier dans l'espace, les logiques organisationnelles qui l'entourent ou encore le processus de sa mise en marché.

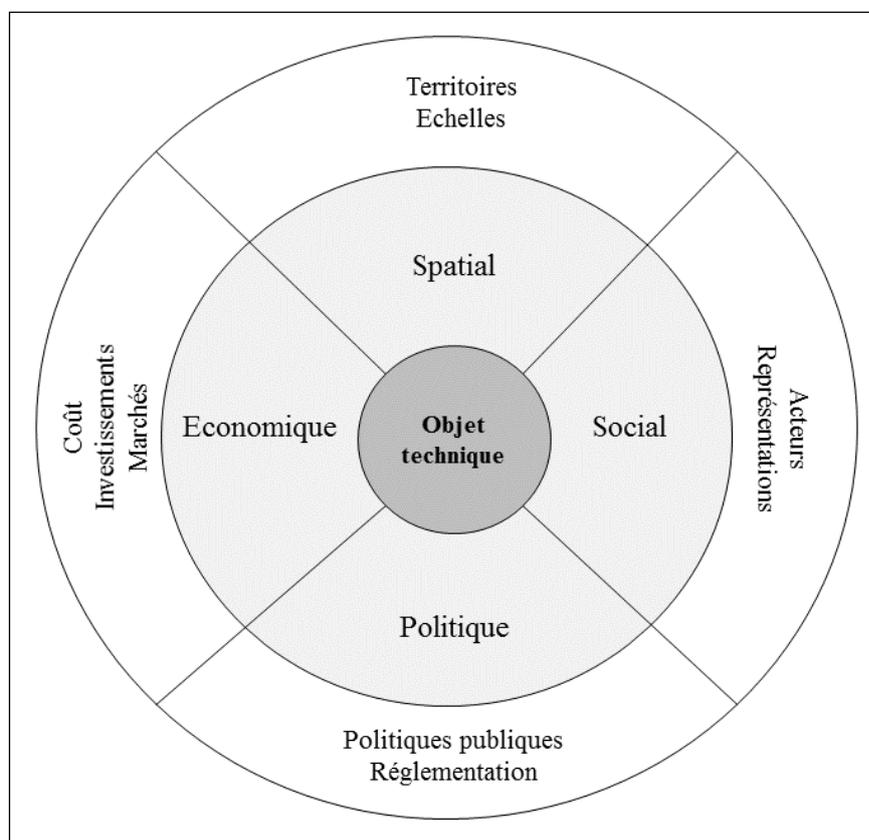


Figure 2 – L'étude d'un objet technique dans une approche systémique

L'étude des transitions énergétiques passées (Debeir *et alii*, 1986 ; Grübler, 1998, 2004, 2010 ; Melosi, 2006 ; Smil, 2010) montre que certaines d'entre elles ont entraîné des mutations profondes dans les systèmes sociotechniques en place, à l'image des deux transitions énergétiques majeures – *two fundamental transitions* – mises en évidence dans les travaux de Smil (2010). Plusieurs travaux récents s'accordent à dire que la transition énergétique

⁵ Infrastructure de réseau électrique et unités de production électrique à partir de l'énergie solaire.

émergente peut être une transition majeure (Smil, 2010 ; Raineau, 2010 ; Rumpala, 2010 ; Jaglin, Verdeil, 2013 ; Duruisseau, 2014). Elle devrait conduire à une refonte des systèmes sociotechniques énergétiques, définis comme des « *dispositifs relativement stables associant des éléments matériels (infrastructures, équipements), des acteurs sociaux (fabricants de matériel, producteurs et fournisseurs de services, décideurs publics, usagers...), des cadres réglementaires, des normes mais aussi des valeurs et des représentations intériorisées par les différents acteurs* » (Jaglin, Verdeil, 2013, p.10). Aussi, « *une des questions [...] posées à la recherche concerne les mécanismes et les phases du changement sociotechnique* » (Jaglin et Verdeil, 2013, p. 8). Il s'agit dès lors de considérer les systèmes socio-techniques au cœur de la transition énergétique. Les études sur les processus de transition s'appuient généralement sur un modèle, un schéma explicatif « *for analysing stability, change and transitions in socio-technical systems* » (Raven *et alii*, 2012, p. 63). Souvent adapté à des cadres théoriques et pratiques divers, nous utilisons ici le modèle du *Multi-Level Perspective* (MLP) forgé par Geels (2002) dans notre analyse du processus de transition énergétique « bas carbone » au Maghreb.

Une démarche multiscalaire

Notre démarche est multi-scalaire. Le terme d'échelle, très polysémique et au centre des travaux de nombreuses disciplines, est défini dans notre travail « *as the analytical dimension used to measure and study any phenomenon (e.g. time, structure and space)* » (Gibson *et alii*, 2000, p. 218). Nous étudions le processus de transition énergétique au Maghreb en l'inscrivant principalement dans un cadre global, régional et national, contextes au sein desquels les enjeux de l'énergie solaire diffèrent mais sont le plus souvent complémentaires. Compte tenu de la faiblesse voire de la marginalisation des pouvoirs locaux dans ces pays (Barthel *et alii*, 2013), l'échelon local – comme échelle d'analyse – est secondaire dans notre recherche⁶. Cet échelon local est néanmoins convoqué pour une étude de la distribution spatiale des dispositifs solaires et hybrides au Maghreb.

Pour appréhender la transition énergétique au Maghreb, **deux échelles cibles** ont été privilégiées : l'échelle euro-méditerranéenne et l'échelle nationale car le processus qui s'engage s'inscrit surtout dans ce double contexte.

Dans le contexte euro-méditerranéen, des initiatives ont été mises en place pour appuyer le développement à grande échelle de l'énergie solaire, qu'elles émanent de dispositifs intergouvernementaux (Plan Solaire Méditerranéen (PSM) en 2008), de consortia industriels privés (Desertec Industrial Initiative, Medgrid en 2009) ou de bailleurs de fonds (The World Bank CSP MENA Initiative en 2009). Cette approche repose non seulement sur la construction de capacités électriques additionnelles solaires, mais également sur l'exportation d'une partie de cette électricité vers l'Europe. Il s'agit de rentabiliser le coût élevé des infrastructures de

⁶ Nous l'explicitons plus longuement par la suite.

production et de transport d'électricité et de susciter, par ailleurs, l'intérêt des pays du Sud, ainsi constitués en exportateurs potentiels. Dans le cadre du "Paquet énergie-climat" de l'Union européenne (UE) adopté en décembre 2008, l'article 9 de la directive communautaire du 23 avril 2009⁷ autorise les pays membres de l'UE à importer de l'électricité d'origine renouvelable depuis les pays tiers – c'est-à-dire en dehors de la zone communautaire – afin de leur permettre d'accroître la part d'électricité d'origine renouvelable dans le mix-énergétique national⁸. L'approche régionale adoptée par le PSM permet notamment d'assurer l'amortissement des investissements à une échelle économique pertinente. En effet, un cadre politique et opérationnel rassure les investisseurs et permet de partager les coûts (Pariente-David, 2009). Les choix technologiques promus dans ce cadre renvoient à des enjeux économique-industriels, spatiaux et sociaux d'envergure. Les « mégaprojets » tels que le PSM, Desertec Industrial Initiative ou encore Medgrid ont été conçus dans un contexte euroméditerranéen plus large, dans lequel un processus d'intégration régionale est recherché (Bairoch, 1998 ; Nicolas, 2003 ; Taillard, 2004 ; Beckouche, Richard, 2005 ; Richard, Zanin, 2009 ; Zriouli, 2012 ; Gana, Richard, 2014 ; Richard, 2014). Ce dernier fut politiquement initié suite à la Conférence de Barcelone en 1995. Dans le domaine de l'énergie, les dynamiques d'intégration régionale sont antérieures à l'avènement de la transition énergétique « bas carbone » et au développement de l'énergie solaire. Cette historicité concerne notamment les réseaux électriques. Le PSM et les initiatives industrielles associées (*Desertec Industrial Initiative, Medgrid*) répondent à la fois à l'enjeu ancien de la sécurité des approvisionnements énergétiques et à l'impératif récent de durabilité dans la région méditerranéenne, en état d'urgence climatique. Les ambitions de ces « mégaprojets » naissent cependant dans un contexte géopolitique très instable en Méditerranée, marqué par des bouleversements d'une exceptionnelle intensité (« printemps arabe », crise syrienne, menace terroriste).

Dans le contexte national, les trois pays du Maghreb ont formulé des politiques de développement des énergies renouvelables, et élaboré, pour leur mise en œuvre, des plans solaires nationaux et des programmes de développement des énergies renouvelables⁹, aux objectifs ambitieux (Plan Solaire Marocain, Plan Solaire Tunisien, Programme National des Énergies Renouvelables et de l'Efficacité Énergétique (PNEREE) en Algérie). Les politiques dans le domaine de l'énergie solaire s'insèrent plus largement dans des programmes et politiques d'énergies renouvelables mais nous restons focalisés sur l'énergie solaire pour la production d'électricité. De nouveaux acteurs sont ainsi apparus, tandis que d'autres, plus anciens, ont élargi leurs domaines de compétences, en premier lieu les opérateurs historiques. Le développement des énergies renouvelables favoriserait, en effet, une multiplication et une

⁷ Directive 2009/29/CE modifiant la directive 2003/87/CE afin d'améliorer et d'étendre le système communautaire d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre.

⁸ Depuis la désapprobation du *Master Plan* du PSM en décembre 2013, la perspective d'exportation vers l'Europe a été provisoirement abandonnée. L'approche du PSM s'est depuis recentrée sur le développement à grande échelle des énergies renouvelables au Sud de la Méditerranée.

⁹ Les politiques dans le domaine de l'énergie solaire s'insèrent plus largement dans les programmes et politiques d'énergies renouvelables mais nous restons focalisés sur l'énergie solaire pour la production d'électricité.

diversification des acteurs (Dunsky, 2004), offrant notamment à l'initiative privée et étrangère une marge de manœuvre plus grande. L'entrée en matière d'acteurs nouveaux, en particulier sur le segment de la production d'électricité, est tributaire de réformes juridiques et réglementaires dans le secteur de l'énergie. Pour autant, le mouvement d'ouverture du secteur se confronte au Maghreb à des blocages ou « lock-in » (Unruh, 2000), notamment institutionnels, compte tenu des conflits entre acteurs (Barthel *et alii*, 2013 ; Jaglin, Verdeil, 2013). C'est pourquoi, « *the relationships of power between protagonists [...] need to be examined* » (Rocher, Verdeil, 2013, p. 279).

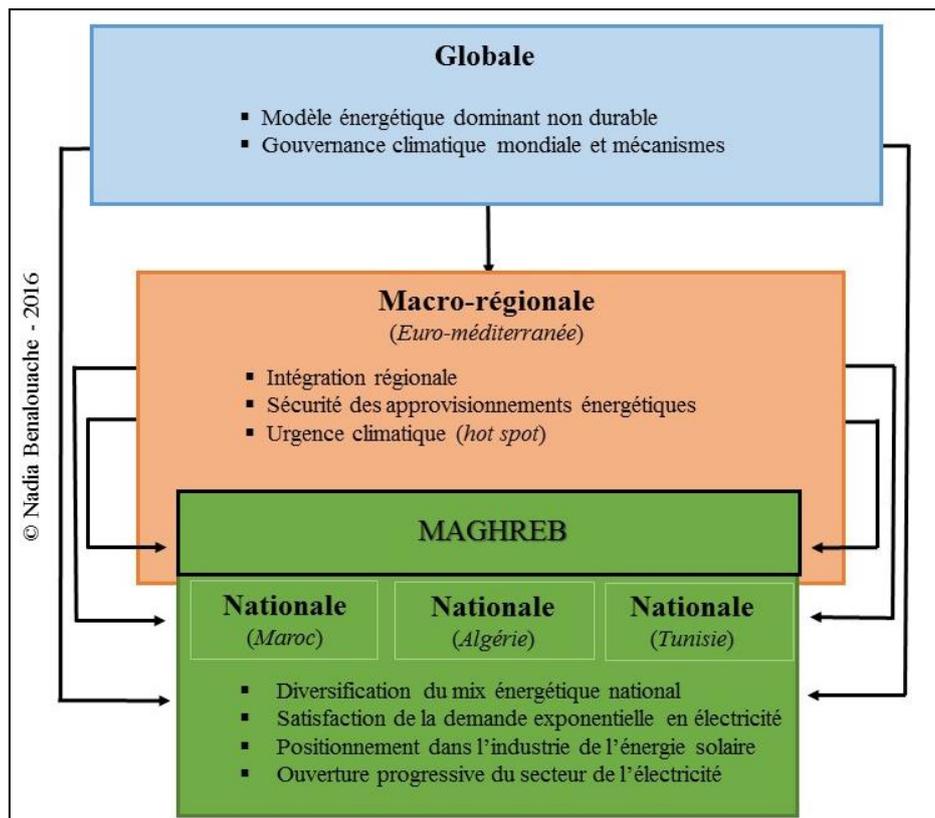


Figure 3 – La transition énergétique au Maghreb : les enjeux de chaque niveau scalaire

Il est à noter que l'échelle régionale renvoie dans notre étude à deux grandes réalités géographiques [cf. figure 3]. En effet, elle se réfère selon les cas à l'échelle macro-régionale (euro-méditerranéenne)¹⁰ ou à l'échelle maghrébine, le Maghreb étant ainsi entendu comme un ensemble géographique¹¹.

Notre propos interpelle donc différents niveaux de réflexion et de décision, tout en privilégiant la focale maghrébine. L'analyse de la transition énergétique « bas carbone » ne peut se concevoir en dehors de cette multiscalarité. Cette dernière nous permet de saisir les enjeux à la fois relationnels et spatiaux de la problématique énergétique au Maghreb.

¹⁰ L'échelle macro-régionale méditerranéenne peut parfois désigner la région MENA.

¹¹ Le Maghreb peut être considéré comme une sous-région de cet ensemble méditerranéen.

Cette approche par échelles est complétée par une approche géographique plus large de la transition énergétique « bas carbone ». Les concepts de la géographie (localisation, échelle ou mise à l'échelle, paysage ou encore contiguïté et dispersion) nous permettent d'éclairer les implications géographiques de la diffusion des technologies solaires. À partir de ces enseignements, nous élaborons une grille de lecture de la spatialité de la transition énergétique « bas carbone » qui permet de procéder à l'examen des logiques spatiales et organisationnelles du déploiement des technologies solaires.

Question de recherche, objectifs et hypothèses

Notre question de recherche est donc définie comme suit : **en quoi le double contexte euro-méditerranéen et national de déploiement de l'énergie solaire nous éclaire-t-il sur la manière dont se négocie et s'opère la transition énergétique au Maghreb ?**

Notre thèse poursuit **trois objectifs principaux** : [1] Révéler, à travers une géographie des réseaux électriques, les dynamiques d'intégration régionale ; [2] Mettre en évidence le cadre d'action dans lequel l'intégration énergétique au Maghreb prend effectivement forme et est encouragée ; [3] Montrer les impacts des technologies solaires et hybrides sur la (re)configuration des systèmes techniques.

Notre réflexion repose sur une **hypothèse centrale**, selon laquelle **l'introduction de l'énergie solaire bouleverse le paysage énergétique traditionnel au Maghreb**, dominé par les hydrocarbures. Ce questionnement s'appuie sur trois sous-hypothèses : [1] Le cadre d'action euro-méditerranéen impulse et oriente les choix technologiques effectués au niveau national; [2] Les choix technologiques effectués contribuent à définir des modèles spatiaux et organisationnels de déploiement des technologies solaires et hybrides ; [3] Avec le développement de l'énergie solaire, on assiste à une multiplication et une diversification des sites et des acteurs de la production d'électricité [cf. figure 4].

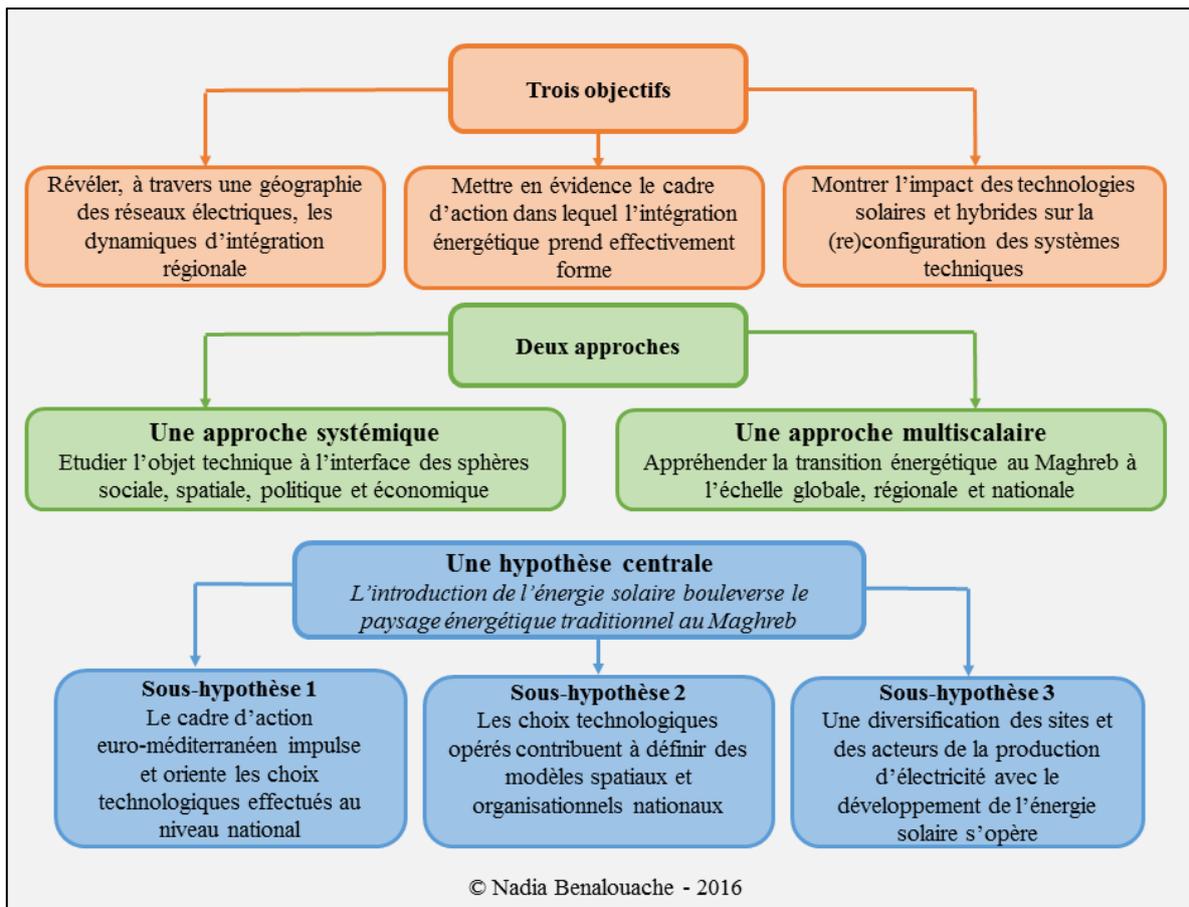


Figure 4 – Objectifs, approches et hypothèses de la thèse

Mobilisation des sources et méthodologies de la recherche

Notre corpus bibliographique est composé d'articles et d'ouvrages académiques, et de thèses de Doctorat majoritairement anglophones et francophones. Les références sont pluridisciplinaires, relevant des SHS (Géographie, Histoire, Sociologie, Anthropologie) ainsi que de la Démographie, des Sciences Économiques, des Sciences de Gestion, des Sciences Politiques, Juridiques et enfin, des Sciences techniques et de l'Environnement. La transition énergétique, concept clef dans notre étude, est un objet de recherche en construction, à l'interface de plusieurs disciplines.

Outre le corpus bibliographique, nous avons eu recours à d'autres sources d'information. Les comptes rendus, les rapports de rencontres organisées par des structures telles que l'Assemblée Parlementaire de la Méditerranée, l'Université Hassan II de Casablanca, la "Fondation Partager le Savoir" ainsi que les rapports des observatoires et organismes d'expertise sur l'énergie en Méditerranée – Plan Bleu, Observatoire Méditerranéen de l'Énergie (OME), Institut de prospective du monde méditerranéen (IPEMED) – ont été utilisés. Les prises

de notes lors de congrès et forums professionnels¹² ont également été mises à profit (rencontres B to B). Les Journaux et Bulletins Officiels (Journal Officiel de la République Tunisienne, Journal Officiel de la République Algérienne, Bulletin Officiel du Royaume du Maroc) nous ont permis d'obtenir des informations sur les cadres réglementaires et législatifs qui régissent le secteur de l'énergie dans chacun des pays. Des recherches ont été effectuées auprès des services de documentation des Ministères (Ministère de l'Énergie et des Mines, Ministère de l'Aménagement du Territoire, etc), des agences spécialisées – Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Énergie (ANME), Agence Nationale pour le Développement des Énergies Renouvelables et de l'Efficacité Énergétique (ADEREE) – et des centres de recherche (Centre de Développement des Énergies Renouvelables (CDER) en Algérie, Institut de Recherche en Énergie Solaire et Énergies Nouvelles (IRESEN) au Maroc, etc).

Les données sont parfois inégales ou incomplètes selon le pays étudié, ce qui a rendu difficile l'exercice de la comparaison. Pour y remédier, certaines données brutes ont été par exemple agrégées, notamment pour notre étude à l'échelle méditerranéenne. Que ce soient les études énergétiques mondiales (Agence Internationale de l'Énergie (AIE), *British Petroleum statistical reviews*, etc.) ou encore régionales, rares sont celles qui reposent sur un découpage méditerranéen, à l'exception notable des rapports du Plan Bleu, dont les informations étaient toutefois insuffisamment actualisées. Les données mobilisées sont généralement fournies par des structures internationales telles que l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC), la Banque Mondiale, l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE), l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUUDI) ou nationales comme l'Institut National de la Statistique (INS) en Tunisie, l'Office National des Statistiques (ONS) en Algérie ou encore le Haut-Commissariat au Plan (HCP) au Maroc.

Production de données

La caractérisation des unités électriques solaires et hybrides réalisées ou projetées – dont la mise en service est prévue avant l'année 2020 – a fait l'objet d'un travail de veille important. Nous avons élaboré **trois bases de données distinctes**, que nous avons confrontées quand cela était nécessaire : la première base de données rassemble l'ensemble des informations associées aux unités dites classiques (centrales thermiques et hydrauliques) en fonctionnement au Maghreb et la deuxième fait état des unités renouvelables (éoliennes et solaires, hybrides solaire-gaz) en activité ou en projet, dont le site géographique est connu et dont la date prévue de mise en service ne dépasse pas l'année 2020. Le relevé des données s'est arrêté le 30 juin 2016. Une troisième base de données, spécifique aux installations photovoltaïques surimposées au bâti en Tunisie, résulte d'un travail de référencement des adresses de clients tunisiens dont les installations photovoltaïques sont raccordées au réseau de la SOCIETE TUNISIENNE DE L'ÉLECTRICITE ET DU GAZ (STEG). Chacune des adresses recensées a été classée suivant la

¹² Ils sont notamment organisés par la Chambre tuniso-allemande et algéro-allemande de commerce et d'industrie (AHK) ou le service économique de l'Ambassade de France en Tunisie (Ubifrance).

délégation et le district STEG desquelles elles relèvent. Elle prend en compte les installations photovoltaïques réalisées depuis le lancement du programme Prosol élec en 2009 jusqu'au 1 juillet de l'année 2013.

Les données portant sur les projets solaires ont été obtenues en croisant plusieurs sources d'informations et parmi elles, les bulletins statistiques du COMELEC (Comité Maghrébin de l'Électricité), les rapports ministériels, les plans et programmes nationaux des énergies renouvelables, les données de publicisation des projets via voie de presse. Elles ont été complétées par les informations issues de nos entretiens auprès des institutions spécialisées ou de recherche telles que l'Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Énergie (ANME, Tunisie), l'Agence Nationale pour le Développement des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Energétique (ADEREE – Maroc), *Moroccan Agency for Solar Energy* (MASEN), le Centre de Développement des Énergies Renouvelables (CDER), mais également auprès des opérateurs historiques ou de leur filiale (STEG en Tunisie, SOCIETE TUNISIENNE DE L'ÉLECTRICITE ET DU GAZ ENERGIES RENOUVELABLES (STEG ER – Tunisie), OFFICE NATIONAL DE L'ÉLECTRICITE ET DE L'EAU POTABLE¹³ (ONEE – Maroc), SOCIETE NATIONALE DE L'ÉLECTRICITE ET DU GAZ (SONELGAZ – Algérie), COMPAGNIE DE L'ENGINEERING DE L'ELECTRICITE ET DU GAZ (CEEG – Algérie), SHARIKET KAHRABA WA TAKET MOUTADJADIDA, SKTM), des entrepreneurs tunisiens et marocains du secteur de l'énergie solaire, et enfin des développeurs de projets solaires au Maghreb, comme SOLAR MILLENIUM, ABENGOA SOLAR ou encore NUR ENERGIE. Les bailleurs de fond – Banque Africaine de Développement (BAD) ; Agence Française de Développement (AFD) – impliqués dans le financement des projets solaires nous ont également apporté des informations précieuses quant à l'avancement des projets.

Une enquête a également été réalisée auprès de 30 ménages tunisois équipés en panneaux photovoltaïques situés dans les districts STEG de l'Ariana, El Menzah, Tunis ville et le Bardo. Nous avons en outre interrogé un panel de 25 entreprises tunisiennes opérant dans le secteur de l'énergie solaire afin de déterminer le lieu de provenance des cellules photovoltaïques utilisées dans les équipements importés.

Les entretiens menés auprès des institutions (organisations intergouvernementales, nationales et autorités locales), des entreprises, des experts, des bailleurs de fond, des associations, nous ont permis d'appréhender le contexte de déploiement des l'énergie solaire dans chacun des pays. Nous avons sollicité un panel de points de vue le plus large possible pour croiser les informations, confronter les discours et révéler les conflits entre acteurs. Ces entretiens enrichissent les données chiffrées brutes par du qualitatif et du vécu de terrain. Ils explicitent le non-dit des chiffres. **Près de 235 entretiens**, essentiellement sous forme

¹³ L'OFFICE NATIONAL DE L'ELECTRICITE a absorbé en 2012 les activités de l'ancien OFFICE NATIONAL DE L'EAU POTABLE (ONEP), consacrant ainsi la convergence électricité et eau, avec le développement des techniques de dessalement et les STEP. Ainsi, en fonction de la période concernée, nous alternons dans notre propos "ONE" ou "ONEE".

d'entrevues, ont été menés [cf. annexe 2]. Après avoir quitté le terrain de recherche, les entretiens téléphoniques et les échanges par courrier électronique nous ont permis de poursuivre notre investigation et notre travail de veille.

La visite des unités électriques solaires pionnières a été l'occasion de constituer un **album de photographies** et de réunir de la documentation.

Analyse et traitement des données

Nous avons analysé l'ensemble des entretiens politiques, économiques, techniques et sociaux en procédant au croisement et à la confrontation des points de vue des enquêtés, afin de discerner les stratégies discursives des acteurs, de saisir la perception des enjeux auprès de chaque catégorie d'acteurs et d'en cerner les logiques internes. L'analyse transversale des contextes nationaux de développement des énergies renouvelables a également nécessité un effort de synthèse mis en forme dans des **tableaux et des schémas de synthèse**. Les bases de données ont été référencées et exploitées sur le logiciel *Excel*. Une **production cartographique** a été réalisée avec les logiciels *Mapinfo 11.0*, *Adobe Illustrator* et *Philcarto*. Afin de dégager les facteurs de localisation des installations photovoltaïques surimposées au bâti en Tunisie, nous avons produit une **Analyse en Composantes Principales (ACP)** à partir du logiciel R.

Plan de la thèse

La **première partie** pose les cadres à la fois contextuel, conceptuel et technique, nécessaires à l'appréhension de la 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 auxquelles fait face le système énergétique dominant carboné – dans lequel s'inscrit le modèle énergétique maghrébin du « tout hydrocarbures » – et qui justifient d'amorcer un processus de transition énergétique « bas carbone ». Ce processus est replacé dans un cadre d'action plus global, le régime international du climat et le développement durable. L'étude se focalise sur les Pays Émergents et des Suds (PES). Le Maghreb est en effet tantôt analysé pour lui-même, tantôt inclus dans l'examen des PES. Le **chapitre 2** construit un cadre conceptuel à notre recherche, à partir de travaux de plusieurs disciplines des Sciences Humaines et Sociales (SHS). Il tente de saisir la richesse du concept de transition énergétique, de montrer la pertinence d'une approche systémique et multidimensionnelle des processus de transition et de souligner les apports de la géographie dans l'appréhension du processus de transition énergétique « bas carbone ». Il questionne aussi 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 construit un cadre méthodologique à notre recherche en proposant une grille de lecture de la spatialité de la transition énergétique « bas carbone ». Il interroge la (re)configuration du système technique avec la diffusion des technologies solaires et hybrides

sous un angle spatial et organisationnel. Deux types de système technique en sont ressortis. Le **chapitre 4** définit les impératifs énergético-climatiques faisant de la région méditerranéenne un laboratoire d'examen de la transition énergétique.

La **deuxième partie** de la thèse montre dans quelle mesure l'électricité constitue un facteur d'intégration régionale, et analyse en particulier le rôle de l'énergie solaire dédiée à la production d'électricité dans le renforcement du processus d'intégration. Le **chapitre 5** analyse la place et le rôle de l'électricité dans les relations intra-maghrébines, au sein d'un cadre politique communautaire déficient, l'Union du Maghreb Arabe (UMA). Le **chapitre 6** replace le Maghreb dans un cadre de coopération plus large et plus fonctionnel, le cadre euro-méditerranéen, politiquement formalisé par le Partenariat de Barcelone. Il tente de saisir la manière dont les réseaux électriques, construits dans le cadre de différentes initiatives régionales, structurent les territoires. Les réseaux électriques déjà constitués sont considérés comme une ossature sur laquelle s'appuient le PSM et les initiatives industrielles qui le relaient. Le **chapitre 7** montre en quoi la transition énergétique « bas carbone » et le Plan Solaire Méditerranéen (PSM) renforcent le processus d'intégration régionale de l'électricité, du fait notamment d'une densification du réseau d'acteurs autour du déploiement des technologies solaires. Il vise à définir le mode de déploiement des technologies solaires privilégié à cette échelle ainsi que les choix technologiques qui en découlent.

La **troisième partie** de la thèse vise à dégager, grâce à une approche transversale, des modèles nationaux de déploiement de l'énergie solaire à partir de la grille de lecture proposée dans le chapitre 3. Elle vise également à questionner plus largement l'émergence d'une nouvelle géographie de l'électricité au Maghreb. Le **chapitre 8** caractérise et compare l'évolution des politiques de maîtrise énergétique dans les trois pays du Maghreb, qui connaissent un véritable tournant à partir de 2008 suite à l'élaboration de plans et programmes nationaux de développement des énergies renouvelables. En nous intéressant aux choix technologiques solaires effectués par les pays retenus et à la structuration des secteurs électriques maghrébins – notamment suite aux réformes entreprises dans le domaine des énergies renouvelables –, nous dégagons trois modèles spatiaux et organisationnels nationaux de déploiement des technologies solaires. Le **chapitre 9** valide l'hypothèse d'une nouvelle géographie de l'électricité, interrogée sous l'angle des espaces (zones d'implantation des unités électriques solaires et hybrides) et des acteurs de la production (opérateurs-exploitants et acteurs industriels). Elle montre dans quelle mesure cette nouvelle géographie de l'électricité est conditionnée par les choix technologiques opérés [cf. figure 5].

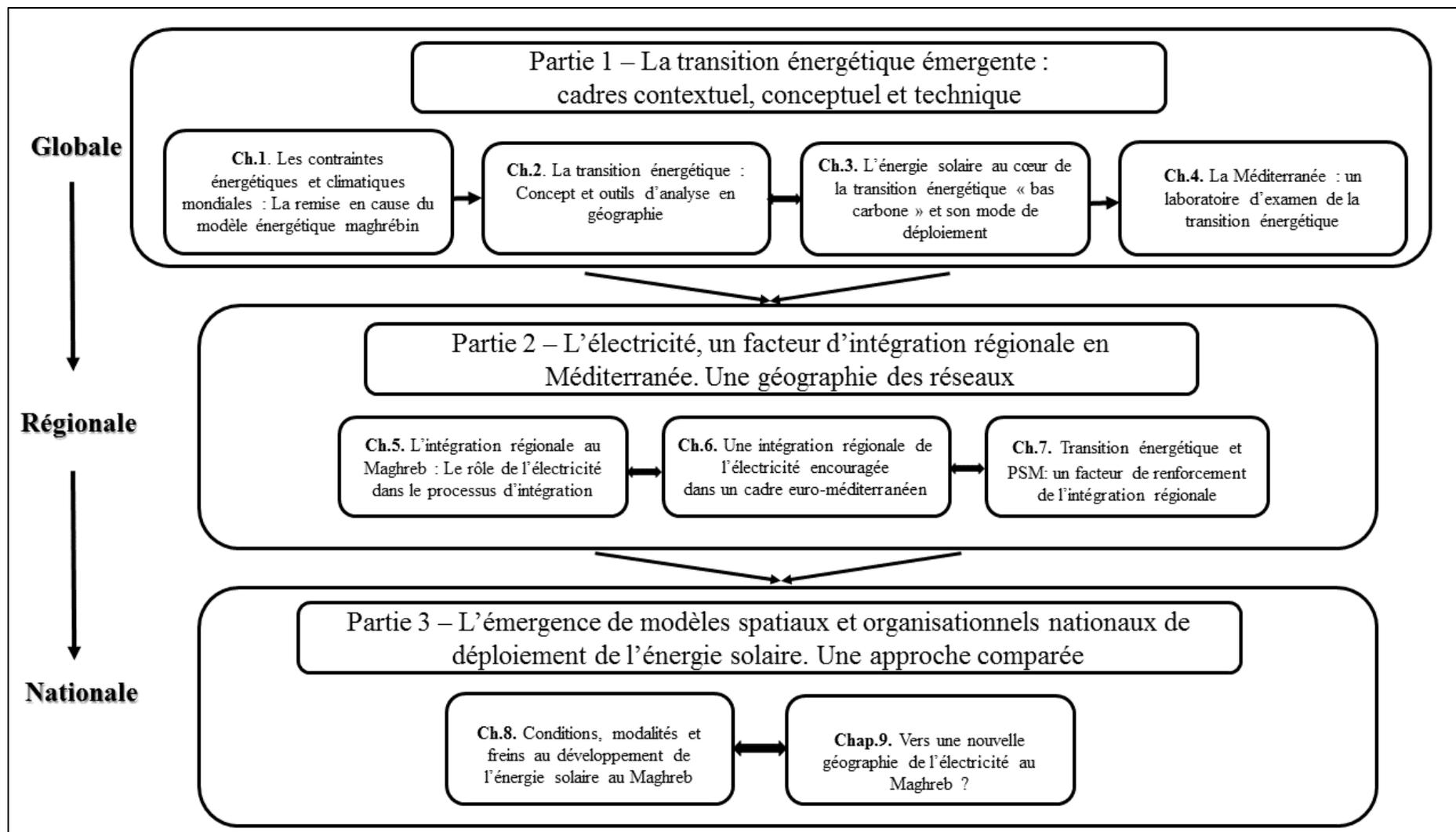


Figure 5 – L'arborescence de la thèse