

REFLEXION : TRANSITION ENERGETIQUE, QUELLES VISIBILITE A 2050 ?

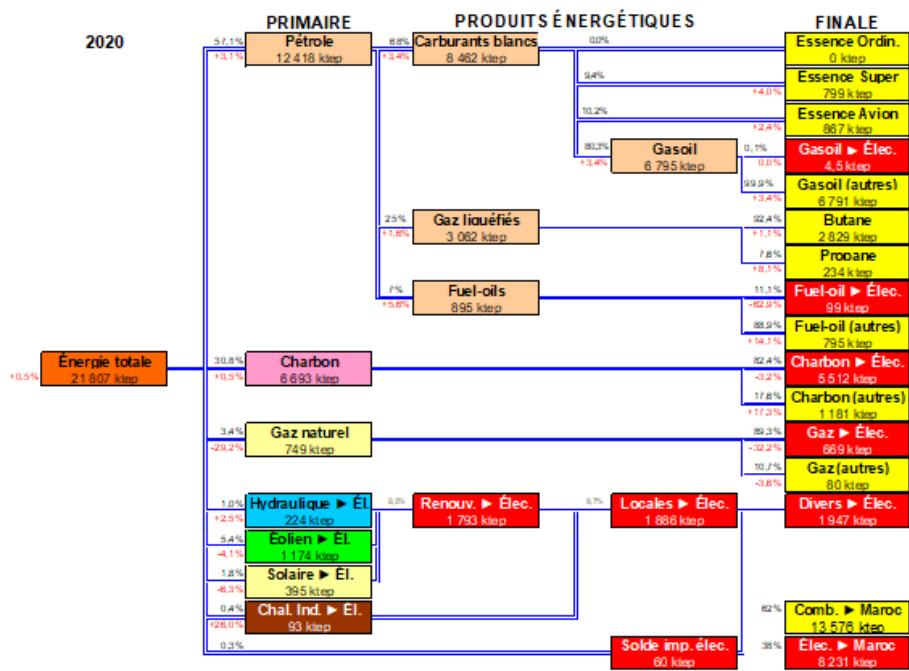
Pr Ahmed Ennaoui et Dr Said GUEMRA.

Le 20/11/2021

1. Le Maroc vit de l'impact d'un ensemble d'options alternatives pour assurer l'autosuffisance énergétique. Dans quelle mesure cela peut être fait ? Quelles sont les options énergétiques alternatives ?

Dans le secteur de l'énergie, on aime bien parler de situation énergétique de référence, même dans une entreprise industrielle, afin de mesurer tous les progrès futurs que nous pouvons réaliser en matière de baisse des consommations. En 2020, la consommation d'énergie primaire du Maroc a été de 21 807 kTep, toutes énergies confondues. Notre production d'électricité brute a été de 38 753 GWh, les renouvelables : Hydraulique 862 GWh, soit **2.2%**, Eolien 4 514 GWh soit **11.6%**, et le solaire 1 520 GWh soit **3.9%**.

Les renouvelables ont donc totalisé 6 896 GWh, comparé au total national, le mix électrique en 2020 a été **17.8%**, et non **37%** comme affirmé par la communication officielle, qui utilise le rapport des puissances installées comme mix électrique, en désaccord avec les conventions internationales en la matière. Ainsi, le taux de décarbonations de notre énergie primaire, n'a été que de **8.2%**, Il reste 92% de toutes nos énergies à décarboner ! On n'invente rien, c'est cette analyse du bilan énergétique national, **qui doit nous dicter les stratégies à suivre**. Avec une énergie primaire marocaine décarbonée à **8.2%** le chemin est vraiment très long et très complexe.



Source : Pr Amine Bennouna : Bilan énergétique national 2020

Les grandes options de décarbonation de notre électricité.

Pour arriver à décarboner notre énergie électrique, nous avons identifié quatre options aussi amères l'une que l'autre. D'autres options doivent être proposées, nous aurons l'obligation un jour, de mettre le curseur sur l'une d'entre elles.



1. **Le gaz naturel** : On parle du gaz naturel, comme étant une sérieuse option de décarbonation de notre électricité, ce qui est complètement faux. Si on fait passer nos centrales totalement au gaz, le facteur d'émission du gaz sera à 450 Gr/kWh, alors que nous sommes actuellement à 633 Gr/kWh. Le gaz naturel, ne peut en aucun cas être une énergie de décarbonation. L'Europe vient de le définir comme étant **une énergie de transition**, cela veut dire, qu'il peut être utilisé, mais pas pour longtemps, comme on vient d'annoncer la sortie du charbon, on annoncera dans quelques années la sortie du gaz. Le gaz to power serait une option fatale pour nous, car on doit re-reconvertir nos centrales à autre chose, bien avant 2050. Certes, nous allons sortir du charbon, suite à notre engagement, mais pour l'instant nous devons continuer avec tranquillement avec le charbon, jusqu'à la prise de décision finale et durable de décarbonation de notre électricité.
2. **Le 100% renouvelables** : C'est l'option idéale qui réussit au Danemark qui a 75% de son électricité en provenance d'énergies renouvelables : 25% de biomasse qui assure une bonne part de l'électricité de base, et qui régule avec l'éolien, 47% d'éolien, et 3% des auto producteurs. Mais l'avantage du Danemark, c'est qu'il dispose d'interconnexions stables avec ses pays voisins.
Nous avons vu l'arrêt des éoliennes durant plus de 20 jours, plus de la moitié de l'énergie Danoise était en OFF, mais le pays a utilisé l'électricité de son voisin allemand.....pas très décarbonnée. Alors peut-on avoir un modèle de ce style au Maroc ? Il serait très risqué de s'engager dans un modèle pareil, les batteries pourront elles assurer l'électricité de base utilisée principalement le jour par nos industries ? Que faire en cas de mauvais temps sans vent, et qui peut durer comme l'a vu plus de 20 jours ? Aux horizons de 2030, notre puissance installée sera de l'ordre de 20 GW, voire 22 ou 23 GW au vu du développement industriel de notre pays.

L'autre problématique, c'est comment trouver des interconnexions **politiquement** stables avec nos voisins, nous sommes à 2.1 GW d'échange avec l'Espagne, mais pouvons-nous compter sur notre voisin du nord pour cette question ? pas sûr, on doit au bas mot disposer de 10 GW, **ce qui revient à mettre notre souveraineté électrique entre les mains d'un autre pays**. Risque politique : pour un oui ou non sur le dossier de la pêche, ou de l'immigration, notre voisin ibérique peut nous créer des soucis, à l'image du gaz algérien. Le Portugal, qui connaît une montée fulgurante des renouvelables dans son mix électrique : 56% de l'électricité du Portugal provient des renouvelables, avec 80% dans certaines régions, ne peut offrir au Maroc qu'une interconnexion de 1 ou 2 GW. Ce qui reste largement insuffisant pour assurer la stabilité de notre futur réseau électrique.

3. Un mix nucléaire - Renouvelables

Techniquement, c'est la solution la plus stable, et préservera une souveraineté totale pour notre pays. C'est le choix de la France qui va construire 15 réacteurs nucléaires afin de consolider son électricité de base, de l'intermittence des renouvelables. C'est une option très discutée en matière de déchets radioactifs, et de sécurité. L'électronucléaire n'est pas une option à écarter, elle figure largement dans le plan transition initié par Sa Majesté en 2009.

4. 100% hydrogène et Biomasse

C'est un pari à 100% hydrogène et biomasse. Il s'agit de Méga projet d'hydrogène à situer sur le segment le mieux ensoleillé du pays : entre Laayoune et Dakhla. L'hydrogène produit serait véhiculé par gazoduc entre les ports de Dakhla et Tanger, soit environ 2000 km. Nos centrales électriques seraient transformées à l'hydrogène, et alimenter par la même occasion les centres de distribution pour le transport, et nos industries pour usage thermique.



Certaines centrales seraient reconverties à la biomasse dans le cadre du développement du plan marocain...et quelque part, il semble que l'hydrogène peut **résoudre** les problèmes de décarbonation aussi bien électriques que thermiques. Dans cette optique, les pays partenaires du Maroc, peuvent également produire de l'hydrogène vert, et l'exporter après liquéfaction à travers les ports de Dakhla et Tanger.

Le Maroc travaille **activement** sur le plan de développement de l'hydrogène, avec la création d'un Cluster spécialisé. C'est une option très **réassurante**, dans la mesure où elle peut être menée avec nos partenaires dans un cadre Win Win, et que nous pouvons avoir une très bonne maîtrise technologique du processus de production. L'IRESEN a déjà doté le Maroc d'une feuille de route hydrogène, et surtout d'une plateforme de recherche, qui permettra au pays d'avancer dans ce domaine en toute sérénité.

2. **Pour la récente attaque lancée par l'Algérie contre le Maroc en ce qui concerne spécifiquement les besoins énergétiques du Maroc, dans quelle mesure le Maroc peut le dépasser et couvrir sa part qui se situe à 11,9% de la production d'électricité en 2020.**

Dans cette affaire, les Algériens se sont lourdement trompés, en pensant pouvoir porter atteinte à notre sécurité énergétique, ou plutôt notre sécurité électrique. Si on reprend le fil des événements, à deux ou trois mois de l'expiration de l'accord, et en l'absence d'une affirmation officielle concernant le non renouvellement du contrat, l'Algérie commençait à faire circuler la rumeur de non renouvellement du contrat avec le Maroc, et ils ont entretenu le flou jusqu'au 31 Octobre date de fin du contrat, et à 20h, le président algérien annonce le non renouvellement du contrat.



Il faut savoir que le seul usage du gaz algérien, était fait au niveau de nos deux centrales électriques ; Tahaddart, et Ain Bni Mathar, totalisant 870 MW. L'idée consistait à ne pas faire de déclaration officielle, et prendre à court le Maroc, avec la fermeture du gaz le 31 Octobre

2021 à minuit, compte tenu de l'importance de ces centrales, le Maroc, selon les prévisions algériennes, tomberait en blackout national : Obscurité totale avec toutes les conséquences qu'aurait pu occasionner ce geste : Santé, Sécurité, finances, Transport...

Mais s'ils avaient étudié notre bilan de puissance électrique, ils auraient compris que ce geste n'aurait aucun impact sur notre production électrique. Notre puissance installée est de 11 GW, pour une pointe de 7 GW, nous avons encore une large marge pour faire passer 0.87 GW correspondant à nos deux centrales mises hors service, la preuve, le 1^{er} Novembre, nos trains ont circulé, notre industrie a tourné, et aucun délestage électrique n'a été signalé nulle part .

Il faut saluer le grand travail préventif qui a toujours été mené par ONEE, qui n'a pas attendu le message officiel de l'Algérie à 20h pour réagir. Ce qui est sûr, c'est que même si on ne reçoit pas gaz : 800 Millions de M3/an, nous sommes très à l'aise avec notre réseau électrique, qui dispose d'une sécurité, et d'une grande réserve.

Dans un geste encore plus enfantin, l'Algérie a interdit à l'Espagne de revendre le gaz Algérien au Maroc, pour circuler en sens inverse du gazoduc. De part sa notoriété internationale, le Maroc a reçu de ses amis plus d'offres de gaz que son besoin : Les USA, Arabie Saoudite, Qatar.... On va s'orienter avec l'Espagne vers une solution provisoire de 6 à 8 mois, pour que la question soit définitivement réglée.

Au final, c'était un excellent test réussi de la **résilience** de notre réseau électrique, on aurait payé pour ce test de disparition de deux de nos centrales les plus importantes du réseau, mais là on vient de l'avoir gratuitement.

3. Noor Centre 1 et 2 est l'un des plus grands centres d'énergie propre au Maroc et dans la région d'Afrique. Ces centres peuvent-ils assurer la sécurité énergétique de pays ?

Il faut toujours revenir au bilan électrique national. Malheureusement, Masen ne publie pas les productions annuelles par station, afin de ne pas pouvoir calculer le facteur de charge par technologie, donnée névralgique pour évaluer tout projet renouvelable, et que nous ne connaissons pas à ce jour, le bilan national traite du total de la production solaire y compris le photovoltaïque.



La production solaire a été de **1 520 GWh** en 2020, **soit 3.9 % du bilan total**. **Comment peut-on assurer une sécurité énergétique avec 3.9% du total électrique national** produit ? Les deux centrales sont effectivement très grandes et très jolies à voir, mais l'investissement qui a été réalisé est pour le CSP est de 45 MDh/MW installé, contre 16 MDh/MW pour l'éolien, avec une production de 3 066 MWh/MW pour l'éolien, et 1 314 MWh/MW pour le solaire. Nous avons investi trois fois plus, pour obtenir deux fois moins de production. L'argument du stockage d'énergie ne peut en aucun cas justifier le projet. Les quantités d'énergie stockées n'ont jamais été publiées.

L'éolien est également en mesure de fournir de l'électricité 24h/24h. Il est vrai qu'à l'époque du lancement du projet solaire, le photovoltaïque était **inabordable**, mais l'éolien l'était parfaitement, avec un productible double, le bilan national le montre très clairement, en 2020 le facteur de charge de tout le solaire était à 21%, contre un facteur de charge de 37% pour

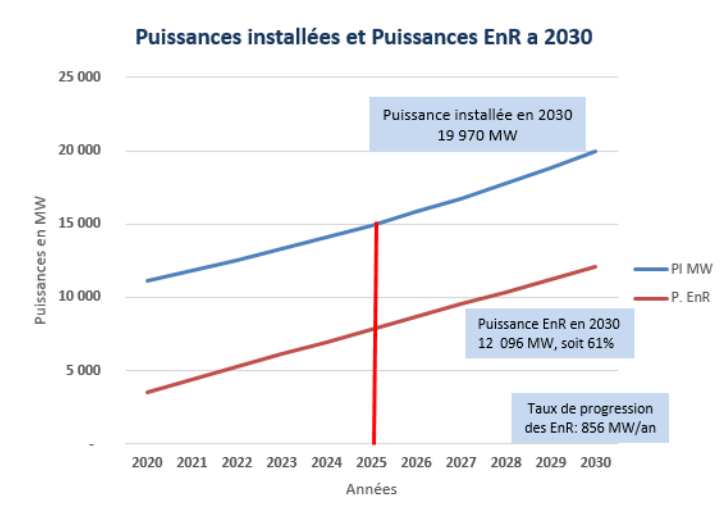
l'éolien (*), donc ou serions-nous, si on avait en 2020 une puissance éolienne de 2500 ou 3000 MW, à 0.3 Dh/kWh, au lieu d'un kWh solaire pouvant atteindre 1.62 Dh/kWh.

Le contribuable doit donc payer un déficit annuel de plus de 800 MDh/an, soit 16 MMDh sur la durée de vie du projet solaire.

Comme recommandé par le CESE, nous gardons grand espoir que le Maroc ne fasse plus appel au solaire à concentration, à moins d'une garanties de prix compétitif par rapport aux autres sources.

Le graphique qui suit, montre une évolution possible de notre puissance installée aux horizons de 2030

(*) Le facteur de charge est le rapport de la production annuelle effective, au produit de la puissance nominale par 8 760 heures de l'année.



Cette simple simulation basée sur un taux de progression linéaire de 6% par an, montre que notre puissance installée serait de 20 GW aux horizons de l'année 2030, elle serait de 22.5 GW compte tenu de la réserve de 12.5%. En 2025, la puissance renouvelable peut représenter 52% de la puissance installée en 2025, pour atteindre le taux de 61% en 2030.

Sa Majesté avait demandé plus que 52% de la puissance installée, ce qui reste un objectif très réalisable pour 2030. Pour atteindre un tel objectif, Les neuf ou dix points en plus, demandés par Sa Majesté, peuvent être atteints, si un programme d'investissement soutenu dans les énergies renouvelables de **850 MW/an** est réalisé. En gros on doit tabler sur un investissement annuel de **1 Milliards de \$ par an**, entre photovoltaïque, éolien, éventuellement la biomasse, l'autoproduction électrique étant malheureusement bloquée par force de loi, nous ne pouvons pas l'introduire dans ces projections.

Le mix électrique

En 2020, et comme on l'a vu au niveau du bilan électrique, le total de la production renouvelable a été de 6 896 GWh, pour une production nationale de 38 753 GWh, soit un mix électrique de **17.8%, et non 37%**. En 2025/2030, ce mix prévisionnel sera de **31%**, avec 52% de la puissance installée. En clair 3 kWh sur 10 sont renouvelables, en aucun cas ce mix ne peut être de 52%, qui est le rapport de la puissance installée renouvelable, à la puissance totale du pays.

Le mécanisme MRV

Dans son article 13, l'accord de Paris, prévoit un **mécanisme de transparence**, qui conduira un comité d'experts internationaux à vérifier publiquement, les informations fournies par les pays en terme de suivi des leurs émissions et des progrès réalisés. L'accord de Paris, introduit le mécanisme MRV (Monitoring, Reporting, and Verification), s'appliquera non seulement aux pays développés, mais également à ceux en développement. Le fait de déclarer un mix électrique de 37% alors qu'il n'est que de 17.8%, et un mix de 52% en 2025, alors qu'il ne sera mieux qu'à 31% **va donc se heurter au mécanisme MRV**, qui sera mis en application à partir de 2022. La communication officielle a tout intérêt à corriger ses déclarations, ça va de la crédibilité de notre pays. Ça va du simple au double, et ça ne peut être accepté par les instances internationales, et mettra le pays dans une situation embarrassante.



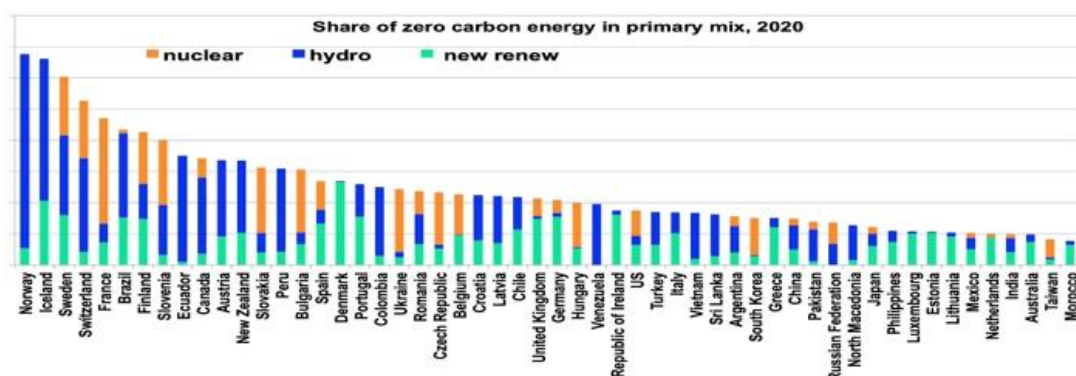
4. Le monde souffre des dangers du réchauffement climatique dû à la consommation excessive des énergies fossiles. Dans quelle mesure le Maroc peut-il contribuer à une énergie propre pour protéger l'environnement local et régional en s'éloignant des sources d'énergie traditionnelle tel que le gaz et le pétrole et le charbon et les remplacer par l'énergie électrique et éolienne ?

Nous avons vu dans les questions précédentes, les quatre scénarios possibles, il y'aurait surement deux ou trois autres. Nous avons aussi vu une façon simpliste relative à l'évolution possible des EnR, construire 850 à 1 000 MW/an en renouvelables. Ici la question est bien plus large, et elle concerne toutes les énergies.



Deux points importants : revenir au bilan énergétique national, et se comparer avec les autres pays, qui sont nos clients avec 65% de nos exportations vers l'Europe. En 2020, l'ensemble de toutes nos énergies exprimées en Tonne Equivalent Pétrole a été de 21 807 kTep, les renouvelables représentent une production de 1 793 kTep, ce qui veut dire que **le taux de décarbonation de notre énergie primaire est de 8.2% en 2020. Il reste 92% d'énergie à décarboner..le chemin va être très long.**

Comme le montre le graphe suivant, nous restons malheureusement le dernier pays sur 54 dans ce classement, en ce qui concerne l'indice de décarbonations de l'énergie primaire, qui reste **le véritable indicateur** en matière de lutte contre les effets de serre. Avec cet indicateur, nous mesurons le très long chemin qui reste à parcourir, comment rattraper cet énorme gap. Des pays Européens, ont un taux de décarbonation entre 40 et 65%, ce qui va poser un énorme problème à nos exportations en 2023.



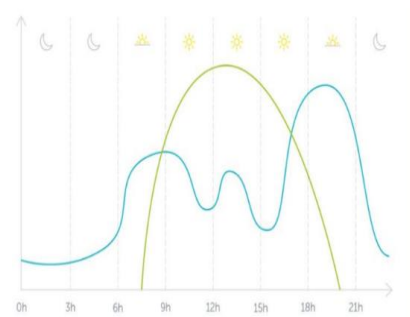
La politique énergétique ne suit pas.

En 2009, le Souverain a doté le pays d'un plan de transition des plus avancés par rapport à son temps. Il est basé sur l'efficacité énergétique **prioritaire**, et les énergies renouvelables, à condition qu'elles soient compétitives. La suite des événements est connue, Programme solaire largement déficitaire, et aucun programme d'efficacité énergétique digne de ce nom n'a été réalisé, alors que c'est la priorité définie par le Souverain.



On démontre effectivement que l'efficacité énergétique, peut financer les renouvelables en l'espace de trois à quatre ans, sans aucun impact sur la trésorerie d'une entreprise : c'est le secret du plan de transition marocain qui n'a pas été activés par les gouvernements depuis 2009 !

Avec la nouvelle loi sur l'autoproduction et **la limitation à 10%** du total de l'énergie injectée. Les ménages, l'industrie, et les grands bâtiments n'ont aucun intérêt à installer les renouvelables pour offrir entre 40 et 60% de leur production annuelle au distributeur, qui va la revendre aux voisins. Nous avons traité de plusieurs exemples, la France, La Tunisie, et les USA, et bien d'autres pays. Tous ces pays, ont eu l'intelligence de promouvoir l'autoproduction avec un échange réseau allant jusqu'à 100%.



La Tunisie va plus loin, en encourageant la création de sociétés d'autoproduction, afin de vendre l'excédent à des sociétés exportatrices pour décarboner leur électricité. C'est donc **l'intérêt de la nation qui prime**, et non celui des distributeurs, qui affirment que la limitation à 10 % est la capacité maximale du réseau, alors que d'autres pays ont capacité de 100%, comment croire à cette affirmation ?

Décarbonation de notre industrie à l'export

Le plus urgent, reste la question de décarbonation de notre industrie à l'export. Notre facteur d'émission de 633 Gr/kWh électrique, joue largement en notre défaveur. Si une entreprise souhaite exporter en France qui est à 85 Gr/kWh, le taux de décarbonation de son électricité doit se situer à **87%**, et non 15 ou 20%, qu'elle peut assurer avec un projet d'autoproduction là ou elle peut perdre jusqu'à 40% de son productible.

Prenons un exemple concret : deux entreprises, l'une au Maroc, et l'autre en France, par exemple dans le secteur textile. Les deux entreprises consomment exactement la même électricité, soit 10 Millions de kWh/an. L'entreprise française va émettre 850 Tonnes de CO2 par an, et la marocaine 6 330 Tonnes de CO2 par an, soit 7 fois plus que la société française. Et donc, pour que l'entreprise marocaine puisse exporter en France avec la même signature carbone que la française, il va falloir décarboner son électricité à hauteur de **87%**, un pourcentage qui donne froid dans le dos ! Sans compter l'énergie



thermique qui reste aussi à décarboner. L'installation de quelques plaques solaires peut apporter 15 à 20% au maximum, en raison de la limitation de la toiture, et surtout, la limitation de la loi sur l'autoproduction. Comment faire pour décarboner le reste ?

La nouvelle loi, vient de mettre un terme à toutes les évolutions possibles dans le renouvelable à faible puissance. L'autoproduction collective n'est pas reconnue par la loi : centres de commerce, immeubles, et R+2 qui est le logement dominant au Maroc. Cette loi impactera la recherche scientifique dans notre pays : à quoi bon développer des technologies renouvelables si on ne peut injecter dans le réseau pour en bénéficier.



Nous avons une recherche scientifique très respectable dans nos instituts de recherche et université, quel sera l'avenir de cette recherche, si on bloque sa production par force de loi. J'ai moi-même abandonné le développement d'une éolienne verticale de 4 kW et qui démarre à 0.8 m/s...ou injecter son électricité. C'est le développement de **la fabrication** des petites éoliennes qui vient d'être compromis : une énorme opportunité de création d'emplois qui vient d'être clôturée avec la nouvelle loi.

Conclusion

Il suffit de regarder un seul chiffre qui est le **8.2%** de décarbonation de notre énergie primaire, qui doit être de 100% en 2050, pour se rendre compte du travail **titanesque** qui reste à faire. Nous souhaitons l'implication des toute les forces vives spécialisées de la nation, pour relever cet énorme défi. Il faut une très grande dose d'imagination pour réussir notre transition énergétique, sans efficacité énergétique, et sans autoproduction, qui vient de priver les millions de ménages marocains d'une énergie propre et compétitives.

