

# ENERGIES-link®

Journal trimestriel de l'Association  
des Cadres Hors Classification de l'ONEE - B E

1er trimestre 2021 | N° 5

## FOCUS

Dossier Hydrogène

Pour vos lectures, connectez-vous à  
notre bibliothèque numérique

[EnergiesBooks](#)

## PORTRAIT

Fatima Oukacha

## J'AI LU

Ingratitudo ô travail  
Wiam El Khattabi

## TRIBUNE LIBRE

Blockchain et Energie

# SOMMAIRE

## Edito

Par Abdessamad Saddouq

Energies aux temps du Covid  
Triste période que nous traversons depuis les premières semaines de 2020. Propagation d'une maladie sévère et mystérieuse, restrictions de circulation, détérioration de l'économie....

[Lire la suite...](#)

## Faits marquants

Le 22 octobre 2020, le Roi a présidé une réunion consacrée au programme sur les énergies renouvelables. Le communiqué du cabinet royal, pointe le retard dans la réalisation des projets....

[Lire la suite...](#)

## Focus

### Dossier Hydrogène

Par Loubna Farabi et Ryad Jerjini

Hydrogène : combustible vert du futur ? mais de quelle technologie s'agit-il ? quels sont les bénéfices qu'on peut en tirer ? quelles sont les stratégies adoptées par les différents pays ? où en est-on au Maroc ? ...

[Lire la suite...](#)

## Portrait

### Fatima Oukacha

Je suis née à Marrakech, en 1949, du temps du Protectorat, de parents originaires du Souss. J'ai deux frères dont je suis la cadette. J'ai eu une enfance tranquille, entourée de beaucoup d'amour et d'attentions. L'environnement social de l'époque, tel que je m'en souviens était marqué par l'humilité des gens, l'entraide, la bienveillance et le respect. Les filles étaient éduquées à la traditionnelle....

[Lire la suite...](#)

# J'ai lu

## Ingratitude ô travail

Par Hassan Buri

Le roman de Wiam El Khattabi est une vraie réussite pour un premier roman, tant sur le plan du récit que de la narration.

L'histoire de l'ingratitude au travail dépasse la tourmente, les tracasseries et la non reconnaissance, elle devient un état de fait qui doit s'éclipser en faveur d'une situation plus humaine et plus juste....

[Lire la suite...](#)

# Tribune libre

## Blockchain et Energie

Par Mohamed Tabet

La « Blockchain » est un terme anglo-saxon qui signifie littéralement « chaîne de blocs ». Ces blocs sont des séries d'écritures encryptées qui, ensemble, forment un registre de transactions. Ces transactions sont archivées dans une base de données décentralisée sur tous les ordinateurs d'un réseau qui sont consultables et mis à jour simultanément par et pour tous les membres de ce réseau....

[Lire la suite...](#)

Ont contribué à la rédaction de ce numéro :

Hassan Buri,  
Loubna Farabi ,  
Ryad Jerjini,  
Hind Maatouk,  
Fatima Oukacha  
Abdessamad Saddouq,  
Mohamed Tabet



# EDITO

## Energies aux temps du Covid

Triste période que nous traversons depuis les premières semaines de 2020. Propagation d'une maladie sévère et mystérieuse, restrictions de circulation, détérioration de l'économie et chamboulement de nos habitudes. Situation qui nous affecte individuellement et collectivement. Sur notre travail, nos relations sociales et sur les structures dans lesquelles nous évoluons. Quel impact sur Energies ? C'est essentiellement, les restrictions sur les réunions qui ont, partiellement, handicapé le travail de l'association. Et c'est surtout le fait de ne pouvoir tenir notre assemblée générale ordinaire électorale dans les délais statutaires, qui en est l'impact le plus visible et le plus incommode.

Hormis ce contre-temps, Energies a poursuivi ses activités en les adaptant. Elle n'a pas voulu faire du Covid un alibi de l'inaction.

D'abord et dès le mois d'avril, un bel élan de solidarité au profit de centaines de foyers démunis dans le Haut Atlas. Prise en charge de deux mois de consommation d'électricité. Une action citoyenne qui fait honneur à notre association. Près de 120 000 DH réunis en moins d'une semaine et qui ont bénéficié à 759 foyers dépourvus de tout revenu ([voir bilan](#)).

Et puis le temps de la réflexion sur l'évolution du secteur de l'électricité. Penser le devenir du secteur de l'énergie électrique dans le sillage du débat sur le nouveau modèle de développement. Mise en place d'un groupe de réflexion et organisation de deux ateliers d'échanges. Chantier conclu par un rapport qui informe, évalue et qui suggère des pistes de réforme.

Le lancement de [Energies-books](#). Notre bibliothèque numérique ouverte à tous et consultable par tous.

Et bien entendu, le sujet de la réforme des organismes sociaux qui a capté et monopolisé les échanges pendant longtemps. Ces débats ont malheureusement manqué de sérénité. Des tensions ont traversé les rangs de l'association. Sur des questions d'une si grande sensibilité, cela aurait été normal si ce n'étaient les dérives : les tentatives de division et les écarts par rapport au respect qui doit prévaloir entre collègues. Ce n'est pas dans le tumulte qu'on fait avancer les causes, mêmes les plus justes, mais dans le dialogue et le respect. La légèreté, l'égo et la posture mènent sur des chemins sans issues.

Cette séquence nous interpelle sur la capacité de l'association à contenir et à gérer les divergences en son sein. L'organisation actuelle de Energies n'est pas, de notre point de vue, à même de faire face à ces situations. Nous pensons qu'une révision de ses structures de gouvernance doit être placée à son ordre du jour. Nous reviendrons sur le sujet.

**Abdessamad Saddouq**  
**Président de l'Association**

[Retour au sommaire](#)

# FAITS MARQUANTS

- Le 22 octobre 2020, le Roi a présidé une réunion consacrée au programme sur les énergies renouvelables. Le communiqué du cabinet royal, pointe le retard dans la réalisation des projets.



- La Première Chambre a constitué une mission d'information sur l'ONEE. Une rencontre avec la Direction Générale de l'Office a eu lieu le 18 janvier 2021.

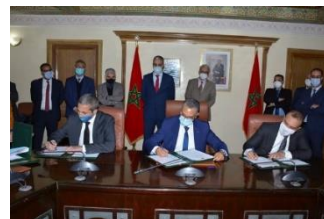
- Le projet de loi sur l'autoproduction a été publié, le 19 novembre 2020, sur le site du SGG pour recueillir les avis et commentaires.

- L'ONEE a tenu son conseil d'administration sous la présidence du chef de gouvernement le 29 décembre 2020.



- Désignation des membres du conseil de l'autorité de régulation du secteur électrique au mois d'aout dernier. Cette désignation a soulevé une grosse polémique.

- L'ONEE, Nareva et Enel Power Green ont signé jeudi 31 décembre 2020, en présence de Masen, les contrats relatifs au parc éolien de Jbel lahdid –Essaouira- de capacité 270 MW.



- Dans le cadre du projet sur le devenir du secteur électrique au Maroc lancé par l'association, deux ateliers ont été organisés. Le premier tenu le 23 septembre 2020 à la médiathèque de la mosquée Hassan II a porté sur la gouvernance du secteur. Le second, le 23 octobre 2020 à l'hôtel Onomo à Casablanca, était consacré au secteur la distribution.



[Retour au sommaire](#)

## Dossier hydrogène

Hydrogène : combustible vert du futur ? mais de quelle technologie s'agit-il ? quels sont les bénéfices qu'on peut en tirer ? quelles sont les stratégies adoptées par les différents pays ? où en est-on au Maroc ?

### L'hydrogène vert : Faisons le point \*

\*Extraits de l'Encyclopédie de l'Energie, préparé et commenté par Ryad Jerjini

Matière à fort potentiel du point de vue énergétique, l'hydrogène est toujours resté caractérisé par d'importantes contraintes de transport compte tenu de sa haute inflammabilité et de son pouvoir explosif au contact de l'air. Cependant, les récentes avancées sur le stockage solide permettent d'espérer une accélération de son développement.

De plus, sa qualité de vecteur énergétique permet une valorisation des énergies renouvelables très intéressante, ouvrant ainsi la voie à une meilleure intégration au réseau électrique, ainsi qu'à une plus large intégration territoriale des systèmes énergétiques.

Bien que les technologies actuelles de captage et de stockage du CO<sub>2</sub> permettent de diminuer considérablement les empreintes environnementales, il apparaît crucial de développer les procédés de production d'hydrogène n'émettant aucun gaz à effet de serre en ayant recours aux énergies renouvelables.

A préciser que lorsque l'on parle d'hydrogène produit, il s'agit en fait de production de dihydrogène (H<sub>2</sub>), mais c'est le terme d'hydrogène qui est généralement utilisé.

### 1. L'hydrogène : production et utilisation

Bien que les récentes avancées dans le stockage solide ou la valorisation des énergies renouvelables révèlent une forte activité de recherche dans la technologie hydrogène ainsi qu'une réduction des coûts, ces évolutions restent encore peu significatives par rapport aux tendances actuelles de production et de consommation.

#### Principales filières de production

L'hydrogène est actuellement un gaz industriel important : 75 millions de tonnes sont produites annuellement et sont fournies à l'industrie chimique, provenant à 96% de procédés utilisant des hydrocarbures (Gaz naturel : 48%, Hydrocarbures liquides : 30%, charbon : 18%) et à 4% de l'électrolyse. En fait, seul 10% de l'utilisation de l'électrolyse de l'eau a pour objectif la production d'hydrogène.

#### Le vaporeformage

Parmi les procédés développés en vue d'une production d'hydrogène, le vaporeformage du gaz naturel et des hydrocarbures est actuellement le plus utilisé. La plus grande partie de la production se fait actuellement au sein de réseaux internes aux sites industriels recourant à l'hydrogène.

Le vaporeformage est le procédé le plus économique actuel pour produire l'hydrogène industriel. Évalué à 1,5 €/kg, son coût au kg reste cependant le triple de celui du gaz naturel hors taxe carbone (donc en ne tenant pas compte de sa lourde empreinte environnementale).

#### Un appoint : l'électrolyse alcaline de l'eau

Quelques pour cent de la production annuelle d'hydrogène sont produits par électrolyse alcaline, le vaporeformage étant incapable d'atteindre « l'ultrapureté » nécessaire aux laboratoires de recherche et à l'industrie des semi-conducteurs.

L'électrolyse alcaline produit de l'hydrogène ultra-pur à un coût qui est environ quatre fois celui du vaporeformage (de l'ordre de 6€/kg).

## La gazéification du charbon

Le charbon est une substance complexe et de teneur en carbone variable suivant les minerais (houille, anthracite, lignite). Porté à très haute température (1 200°C) par sa combustion partielle dans l'air, le charbon se vaporise et le carbone qu'il contient réagit avec de la vapeur d'eau en produisant du « syngas » dont on peut séparer l'hydrogène après avoir éliminé les impuretés et le CO<sub>2</sub>.

## Utilisations de l'hydrogène

Deux grandes familles d'usages doivent être distinguées : l'hydrogène énergie et l'hydrogène pour l'industrie. Même si la recherche actuelle porte principalement sur la première utilisation, avec comme objectif d'obtenir un nouveau vecteur énergétique pour le stockage d'électricité, le power-to-gas ou la mobilité, les applications pratiques dans l'industrie restent majoritaires. Au sein de ces dernières, l'hydrogène est principalement valorisé en tant que matière première.

Face aux différentes utilisations industrielles, l'utilisation de l'hydrogène comme vecteur d'énergie ne représente que 1% de la consommation, concentrée dans la propulsion d'engins spatiaux, tels que les satellites ou les fusées.

La consommation dans les piles à combustible n'en représente qu'une infime part, malgré une forte croissance de leur production.

## 2. Les technologies de production d'hydrogène "vert"

Relativement rare à l'état moléculaire dans la nature, l'hydrogène est un composant de base de nombre d'éléments : eau, déchets organiques, hydrocarbures et autres. Sa production nécessite donc une décomposition moléculaire, réalisable selon différents procédés : électrolytique, thermochimique, photo-électrolytique, biochimique.

Seules ici les technologies permettant la production d'un hydrogène totalement « vert » seront considérées.

### 2.1. L'électrolyse

Ce procédé transforme l'énergie électrique en énergie de séparation moléculaire, via une réaction d'oxydo-réduction. La cellule permettant cette séparation est constituée d'une anode, d'une cathode et d'un électrolyte (substance conductrice ionique). La réaction d'oxydation se produisant à l'anode permet de récupérer de l'oxygène, et la réaction de réduction se produisant à la cathode permet de récupérer de l'hydrogène.

Les rendements des électrolyseurs actuels s'étalent de 62% à 89% selon les technologies et les conditions, notamment celles de l'eau en entrée.

Ainsi, 4 à 5 kWh et 1 litre d'eau sont consommés par normal-mètre cube produit dans les électrolyseurs industriels. Finalement, la production d'un kilogramme d'hydrogène, permettant un déplacement de 100 kilomètres pour tout véhicule léger à pile à combustible, nécessite de 44 à 55 kWh d'électricité et 11 litres d'eau.

L'électrolyse constitue le procédé de production d'hydrogène décarboné le plus mature technologiquement. Toutefois, il ne contribue actuellement qu'à 1% de la production volontaire d'hydrogène du fait d'un manque d'investissements et de coûts dissuasifs.

### Les différentes technologies

Il existe à ce jour trois types d'électrolyse dont la maturation va de la recherche en laboratoire à la commercialisation. Leur principale différence réside dans l'électrolyte utilisé.

- **L'électrolyse alcaline**

L'électrolyse alcaline constitue la solution de production d'hydrogène la plus utilisée de nos jours, et propose un coût d'investissement faible en comparaison avec les autres technologies d'électrolyse, notamment grâce à la simplicité des matériaux.

Les perspectives d'amélioration de cette technologie se situent au niveau des coûts de fabrication, de la pression de fonctionnement et des conditions de couplage aux énergies intermittentes. Elle pourrait aussi profiter à terme de la recherche sur les piles à combustible alcalines.

- **L'électrolyse PEM**

Une seconde technologie d'électrolyseur utilise une membrane en polymère (PEM pour Proton Exchange Membrane) comme électrolyte. Cette évolution d'un électrolyte liquide à un électrolyte solide permet de considérablement réduire les coûts de maintenance et d'entretien dus aux effets de l'électrolyte liquide sur l'installation, ainsi que de compression de l'hydrogène en sortie. De plus, l'électrolyse PEM propose une excellente solution de production décentralisée, grâce à une meilleure réactivité aux variations de puissance ainsi qu'une grande compacité du système.

Les coûts actuels des électrolyseurs PEM sont de l'ordre du double de ceux des technologies alcalines. Toutefois, cette technologie profite de la forte recherche sur les piles à combustible PEM, et dispose de caractéristiques prometteuses (forte densité de courant acceptée, pression élevée).

- **L'électrolyse à haute température**

L'augmentation de la température lors d'une réaction d'électrolyse permet un apport d'énergie supplémentaire sans que l'énergie nécessaire à la décomposition moléculaire augmente. Cela conduit à la suppression de catalyseurs nobles (platine ou iridium) ainsi que l'énergie électrique à fournir pour atteindre le seuil de décomposition, ce qui diminue fortement les coûts d'investissement et de fonctionnement.

Avec des rendements pouvant dépasser 90%, l'électrolyse SOEC se situe dans la phase de recherche en laboratoire. Si les rendements actuels sont prometteurs, la dégradation accélérée des cellules constitue le principal frein à un développement rapide.

## **Évolution des coûts**

Le coût de production de l'hydrogène par électrolyse dépend majoritairement de l'investissement initial ainsi que du coût de l'électricité utilisée.

D'autre part, une réduction des coûts nécessite à la fois un accroissement de la capacité de production par installation, via une amélioration de la capacité des cellules, ainsi que la mise en place d'une production en série.

Si la plupart des estimations situent entre 2 et 4 euros le prix du kilogramme d'hydrogène produit par électrolyse à l'horizon 2020, les études US semblent plus optimistes. Compte-tenu de la forte corrélation entre le prix de l'hydrogène par électrolyse et le prix de l'électricité, les politiques énergétiques, ainsi que la part des énergies renouvelables dans le mix électrique, jouent un rôle primordial dans les projections effectuées.

## **2.2. La photo-électrolyse de l'eau**

Ce procédé de conversion directe de l'énergie solaire en énergie chimique permet une production d'hydrogène « vert » décentralisée. Il s'appuie sur les technologies développées dans l'industrie des panneaux photovoltaïques.

Si la simplicité du procédé réduit les coûts d'investissement et de maintenance, les matériaux actuellement utilisés pour les électrodes ne permettent pas d'aboutir à un prix de production de l'hydrogène concurrentiel, se situant actuellement à plus de 10 euros par Kg.

## **2.3. La dissociation thermochimique de l'eau**

Cette technologie apporte l'énergie de décomposition sous forme thermique à l'aide d'installations solaires thermodynamiques à concentration ou de centrales nucléaires à haute température. Toutefois, la température nécessaire pour atteindre une décomposition spontanée est considérable.

Les coûts de production de l'hydrogène au moyen de cette technologie sont encore élevés et au-delà de 10 euros par Kg produit.

## **2.4 L'utilisation de micro-organismes photosynthétiques**

La dernière voie de production d'hydrogène « vert » imite un procédé se déroulant dans la nature, certains micro-organismes produisant naturellement de l'hydrogène par photosynthèse. La dissociation thermochimique de l'eau n'étant qu'au tout début de son développement, il existe



peu de références de coût de l'hydrogène produit. On estime un coût du kilogramme produit d'environ 7 euros en 2020, avec un rendement du procédé supérieur à 5%.

### **3. Le bilan carbone de l'hydrogène**

La production d'hydrogène représente environ 3% des émissions totales de gaz à effet de serre (GES) au niveau mondial. Ce faible pourcentage caractérise une utilisation industrielle faible en quantité consommée en comparaison avec une future utilisation de masse à des fins de stockage (avec restitution sous plusieurs formes : électricité ou power-to-gas) ou de mobilité. L'émergence de procédés de production décarbonés économiquement viables constitue donc un enjeu environnemental crucial pour un accès de l'hydrogène au rang des énergies vertes de masse. L'opportunité en termes de réduction des émissions de GES devient décisive si l'on inclut dans cette perspective la part du transport.

### **4. Avenir de l'hydrogène « vert »**

Le développement technologique et industriel des procédés évoqués ci-dessus s'accompagne de l'élaboration d'une stratégie d'intégration de l'hydrogène au sein des réseaux énergétiques. De nombreuses initiatives visent à étudier cette intégration, afin d'en observer les perspectives et d'amener progressivement à convaincre de sa viabilité.

Le développement d'une importante capacité de production décarbonée, tant au niveau de l'électricité que du procédé de production d'hydrogène, constitue cependant l'aspect décisif. En effet, dans l'hypothèse d'une utilisation purement énergétique de l'hydrogène, la production actuelle d'hydrogène, soit 75 millions de tonnes, représenterait à peine plus de 1% de la consommation mondiale d'énergie.

A partir de simulations de l'évolution du marché de l'hydrogène aux horizons 2030 et 2050, on peut identifier les axes stratégiques suivants pour le développement de la filière :

- Convergence hydrogène/énergies renouvelables,
- Électro-mobilité de nouvelle génération,
- Piles et hydrogène au service de la ville durable,

Le développement d'une filière hydrogène verte nécessite de nouveaux procédés couplés à des sources d'électricité renouvelables. Parmi celles-ci, l'électrolyse présente le niveau d'avancement le plus intéressant et bénéficie du dynamisme de la recherche en termes de piles à combustible. Son extension rencontre cependant plusieurs handicaps : le coût encore prohibitif de l'hydrogène produit et la capacité de production limitée des systèmes actuels.

Le développement de la filière hydrogène ouvre ainsi la voie à une reconsidération de l'intégration des énergies renouvelables en repoussant deux de leurs plus importantes contraintes : le stockage et le transport.

Ce couplage ouvre la voie à un cycle bénéfique : une augmentation de la capacité de production d'hydrogène permet de valoriser un plus grand surplus d'électricité renouvelable, l'augmentation de ce dernier justifiant des investissements croissants dans la filière hydrogène.

Si aujourd'hui la viabilité technique de certaines technologies est démontrée, la viabilité économique du modèle reste à prouver, ce qui est l'un des principaux enjeux des nombreux projets en cours et programmé.

[Retour au sommaire](#)

# Focus sur les projets d'hydrogène à l'international et au Maroc

Par Loubna Farabi

Quand on parle de Power to X" (ou "P2X") il s'agit d'une technologie permettant la transformation d'électricité en un autre vecteur énergétique. Ce vecteur "X" peut être :

- Soit de la chaleur qui satisfait par exemple des besoins industriels ou alimente des réseaux de chaleur,
- Soit un gaz de synthèse : de l'hydrogène, pour des usages de mobilité, ou du méthane qui peut lui-même être injecté dans le réseau gazier pour des besoins industriels, de chauffage ou de mobilité.

Compte tenu du rôle que l'hydrogène marchand est appelé à jouer dans le futur et que la plupart des acteurs de l'écosystème hydrogène sont des gaziers industriels internationaux, le marché de l'hydrogène marchand a donc toutes les chances de se mondialiser.

L'essor potentiel de l'hydrogène repose sur 5 avantages clés :

- Une production verte à partir d'énergies renouvelables ;
- une forte densité énergétique massique (2,4 fois celle du gaz naturel) ;
- une capacité de pouvoir être stockée à grande échelle ;
- l'absence d'émission de CO<sub>2</sub> lors de sa conversion finale en électricité, travail ou chaleur ;
- une utilisation comme vecteur passerelle entre un réseau gazier et un réseau électrique.

## Portrait International

À l'heure actuelle, les premiers déploiements à l'échelle industrielle de l'hydrogène vert dans les nouveaux marchés exposés précédemment sont appuyés par des politiques d'investissements et d'aide publics.

De nombreux pays avancés se sont dotés de plan d'action ou de feuilles de route. Nous citons ci-après les plus importants.

### Japon

Dans la vision 2050 du Japon, l'hydrogène décarboné est positionné comme une nouvelle option énergétique après les énergies renouvelables. Le Japon est persuadé que l'hydrogène est « the next big thing ». Pour assurer la montée en puissance de la filière hydrogène, le Japon travaille à deux niveaux : développer en interne la filière Power-to-Gas, et établir une chaîne d'approvisionnement internationale. Actuellement, des projets d'importation d'hydrogène sous forme d'un vecteur chimique ont signés avec le Brunei et sous forme liquéfiée avec l'Australie. Le Japon considère également la création d'une filière d'approvisionnement en ammoniac à partir de l'Arabie Saoudite.

### Allemagne

Le pays traverse actuellement une période d'interrogation liée à l'avenir de son secteur chimique et automobile fortement impacté par la transition énergétique accélérée en cours (abandon du charbon, sortie du nucléaire), le Dieselgate et le déséquilibre chronique du réseau électrique entre le nord du pays (région productrice d'énergie éolienne) et le sud industriel consommateur d'énergie. Les deux grandes priorités du gouvernement sont l'électrification des transports incluant explicitement le développement de la mobilité hydrogène, et le Power-to-Gas.

## Etats-Unis

Les États-Unis travaillent sur l'élaboration d'une vision globale du potentiel de l'hydrogène. Toutefois, à l'heure actuelle, l'accent est mis surtout sur la mobilité dont la Californie s'en fait le champion dans le cadre de la décarbonation du transport : 62 stations hydrogène ont vu le jour et près de 7 000 véhicules ont été déployés dans le cadre du California Fuel Cell Partnership. Au niveau fédéral, l'EPA, l'Agence de protection de l'environnement, a instauré un mécanisme de régulation du marché sous forme de crédits appelés RIN (Renewable Identification ENERGIES-link PAGE 14 Numbers) pour forcer l'utilisation des carburants renouvelables sous peine de pénalités.

## Corée du Sud

Comme l'économie de l'hydrogène n'en est qu'à ses débuts à l'échelle mondiale, la Corée souhaite se positionner pour acquérir ce nouveau savoir-faire. Elle s'est donnée comme ambition de devenir la 1ère économie mondiale de l'hydrogène. Des politiques sont mises en place, tant économiques qu'institutionnelles (bases juridiques solides), pour atteindre cet objectif en quelques années. La Corée se place ainsi en concurrence directe avec le Japon. Le pays importe une grande partie de son énergie sous forme de charbon et de gaz naturel liquéfié, le complément en termes de consommation étant assuré par l'électronucléaire. Afin de réduire ses émissions de CO<sub>2</sub>, la Corée envisage comme le Japon d'importer de l'hydrogène de pays potentiellement fournisseurs.

## Union Européenne (UE)

En novembre 2018, l'UE a dévoilé une vision stratégique pour atteindre l'objectif de décarbonation de l'économie européenne conformément à l'Accord de Paris de 2015. Le but est de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 80 % d'ici 2050 tout en en prenant avantage d'une telle réduction pour transformer et renforcer l'économie. Une directive (RED II) a été émise pour fixer un cap intermédiaire. Pour ce qui concerne les carburants, en 2030, le contenu en énergie renouvelable devra être au minimum de 14 %.

## Au Maroc

En 2020, une commission nationale d'hydrogène est créée au Maroc. Elle est présidée par le ministre de l'Énergie, des mines et de l'environnement et a pour mission de piloter et assurer le suivi de la réalisation des études dans le domaine d'hydrogène, ainsi que d'examiner la mise en œuvre de la feuille de route de production de l'hydrogène et ses dérivés à base d'énergies renouvelables. L'objectif étant de renforcer la stratégie nationale dans le domaine du développement des énergies renouvelables, assurer son indépendance énergétique et réduire les émissions de gaz à effet de serre. Ainsi, en octobre 2019, une étude approfondie pour élaborer un projet de feuille de route de l'hydrogène au Maroc est lancée.

La stratégie adoptée vise à améliorer les conditions cadres de production et d'utilisation de l'hydrogène, à mettre en place les structures d'approvisionnement nécessaires et à faire avancer la recherche scientifique et les innovations.

La commission nationale d'hydrogène est composée du secrétaire général du département de l'Énergie et des mines, des directeurs des hydrocarbures et de l'électricité relevant du même département, ainsi que des représentants des ministères (i) de l'Économie, des Finances et de la Réforme de l'Administration et (ii) de l'Industrie, du commerce et de l'économie verte et numérique, outre (iii) des représentants de l'Office national de l'électricité et de l'eau potable (ONEE), de l'Agence marocaine pour l'énergie durable (MASEN), de l'Office national des hydrocarbures et des mines (ONHYM), de l'Office chérifien des phosphate et de l'Institut de recherche en énergie solaire et énergies nouvelles (IRESEN), en plus du directeur de l'École nationale supérieure des mines de Rabat.

En outre, une commission scientifique issue de la commission nationale d'hydrogène, a été créée pour l'élaboration des orientations stratégiques pour la production de l'hydrogène et ses dérivés, et d'identifier les projets pilotes pour la mise en œuvre de la feuille de route dédiée au projet de l'hydrogène.

Compte tenu du positionnement du Maroc, en tant que référence énergétique et d'investissement dans la région, la mise sur pied de cette commission nationale vise la consécration des acquis du Royaume dans les domaines des énergies renouvelables, de l'efficacité énergétique et de la transition vers l'industrialisation énergétique, outre le

développement de la recherche scientifique et des partenariats avec les organisations et les différents États.

Dans le cadre de cette dynamique, le Maroc et l'Allemagne avaient signé à Berlin, une convention relative au développement du secteur de la production de l'hydrogène vert, visant à mettre en place des projets de recherche et d'investissement dans l'utilisation de cette matière, en tant que source d'énergie écologique. Cet accord contribuera au développement de la coopération bilatérale en matière d'énergie notamment, pour les domaines de l'hydrogène et le méthanol.

Par ailleurs, le Groupe OCP a lancé un projet de construction d'une unité pilote à « Jorf Lasfar » pour la production de 4 tonnes d'ammoniac vert par jour, issu de l'hydrogène produit à partir de l'électrolyse de l'eau. Ce pilote vise à tester les technologies existantes, évaluer leur performance à l'intermittence des EnR, et identifier les opportunités de réduction de coûts de production.

## 1. L'approche à suivre

La méthodologie développée dans le cadre des études internationales<sup>1</sup> consiste à évaluer les capacités des EnR, l'infrastructure industrielle requise (usines de dessalement, Electrolyseurs, usines de conversion) et l'investissement nécessaire pour répondre aux potentiels de la demande. En effet, une évaluation devrait de faire sur les éléments précités en vue de qualifier la capacité locale d'un pays, comme le Maroc, à se lancer dans des Mégaprojets d'opportunité d'avenir...

## 2. Infrastructures et Investissements

Le développement de l'industrie requiert la mise en place d'infrastructures spécifiques adaptés au développement des produits comme : des gazoducs et des stations de ravitaillement pour l'hydrogène vert, ainsi que l'infrastructure portuaire (extension ou adaptation pour assurer le stockage et les exportations).

## 3. Points de vue Expert & Conclusion

La création de la commission nationale a intervenu dans le cadre de l'accélération du renforcement des capacités du Maroc en matière de développement technologique du secteur des énergies renouvelables, dans le but de faire du royaume un des pays pionniers dans le domaine de la production des combustibles verts, afin d'aller de l'avant vers la mise en place de nouveaux partenariats énergétiques à forte valeur ajoutée.

Selon les études, et à la faveur d'une situation géographique et d'un potentiel exceptionnel en EnR qui dépasse largement ses besoins énergétiques (énergie éolienne – 6 GW installée on shore, et solaire -20 000 GW), le Maroc pourrait capter une part non négligeable de la demande de "Power to X", estimée entre 2 et 4% de la demande mondiale en 2030, et au delà da çà à l'horizon 2050.

Quelle valeur ajoutée pour le Maroc ?

L'industrie marocaine : L'« Ammoniac Vert » offrirait des opportunités au Maroc pour satisfaire les besoins de son industrie locale des engrais et celle du marché international à long terme.

Le secteur d'électricité : l'ONEE (BE), batteries

Le Secteur du Transport : L'hydrogène est un combustible d'avenir pour le secteur de transport qui lui consomme au-delà des 30% de l'énergie électrique produite.

Pour faire du Maroc un pays pionnier et incontournable dans production des combustibles verts, plusieurs volets devront être développés parallèlement et en synergies de toutes les parties prenantes :

Intégration industrielle :

Recherche& Développement : Cluster H2

l'optimisation des coûts de production locale et le développement d'une vision intégrée (intégration industrielle : R&D, production au Maroc, formation...etc.), devront être analysées en profondeur et bien paramétrées au niveau du business model que les experts marocains des différentes commissions désignées devraient préparer et fiabiliser en vue de garantir une rentabilité en capturant les financements adéquats pour réaliser à court et long terme, les investissements importants requis (unités industrielles, infrastructure portuaires et gazoduc) et en sécurisant le marché de la demande à moyen et long terme.

---

<sup>1</sup> World Energy Council : « international aspects for Power-to-X RoadMap »

## En conclusion

- Le déploiement de l'hydrogène dans le cadre de la transition énergétique devrait d'abord se produire dans les pays ayant un avantage compétitif dans la production électrique renouvelable et un marché intérieur réceptif et capable d'absorber une production d'hydrogène verte pour la mobilité ou l'industrie.
- La logique industrielle du déploiement devrait s'inspirer de celle que les gaziers industriels ont utilisé, c'est-à-dire se concentrer sur l'installation de capacités significatives pour des applications captives répondant à une demande établie. Une telle approche privilégie soit les gros utilisateurs industriels (pétrochimie, sidérurgie), soit Les applications en mobilité intensive (flottes de camions, Autobus ou taxis), soit les deux si la production est suffisamment dimensionnée.
- La rapidité avec laquelle ce déploiement s'effectuera est liée à la baisse anticipée des coûts de production et à la mise en place de chaînes d'approvisionnement rentables et efficaces. L'incertitude sur un calendrier réaliste de déploiement doit être prise en compte dans la formulation d'une stratégie, qui se doit d'être flexible et neutre sur le plan technologique, et en phase avec l'environnement international et les stratégies hydrogène d'autres pays.
- La collaboration internationale sur les normes technologiques et la certification du caractère vert de l'hydrogène est certainement utile, autant pour les pays qui ont des avantages compétitifs en matière de développement de l'hydrogène, que pour les utilisateurs potentiels des technologies qui sont ou seront développées.
  - La mise en place de programmes de soutien financier à l'innovation, à la commercialisation et au déploiement de plateformes technologiques en mode partenarial mixte public-privé est la voie privilégiée par de nombreux pays pour faire avancer la pénétration de l'hydrogène décarboné dans le marché.
  - Le soutien de toutes ces politiques est conditionné par la disponibilité d'une expertise et d'une main d'œuvre hautement qualifiée. Il s'agit d'un défi majeur à traiter en priorité

[Retour au sommaire](#)

## Portrait



**Fatima Oukacha**

*Nous avons demandé à notre collègue Fatima Oukacha de prendre sa plume et d'écrire son autoportrait. Elle s'est prêtée volontiers à l'exercice. En creusant dans les souvenirs d'un parcours fait d'engagement et de persévérance Mme Oukacha nous livre le portrait d'une battante à toute épreuve.*

### **Enfance et Baccalauréat**

Je suis née à Marrakech, en 1949, du temps du Protectorat, de parents originaires du Souss. J'ai deux frères dont je suis la cadette. J'ai eu une enfance tranquille, entourée de beaucoup d'amour et d'attentions. L'environnement social de l'époque, tel que je m'en souviens était marqué par l'humilité des gens, l'entraide, la bienveillance et le respect. Les filles étaient éduquées à la traditionnelle.

J'ai intégré l'enseignement moderne, à l'Indépendance, à l'Ecole Primaire de la Kasbah située au quartier du même nom. La généralisation de l'enseignement moderne, et notamment pour les

filles, était vivement encouragé par les nouvelles autorités.

J'ai dû poursuivre les études du premier cycle du Secondaire au Lycée Hassan II. L'établissement étant très éloigné de chez-moi (plus d'une demi-heure à vélo) je devais m'y rendre à bicyclette. Mon père ou le père d'une amie voisine nous accompagnaient pendant les premiers mois !!!

Orientée Sciences Mathématiques après l'obtention du Brevet, j'ai poursuivi le Second cycle du secondaire au Lycée Ibn Abbad. Nous étions pendant la première année deux filles au milieu des garçons dans l'unique classe de Mathématiques ; j'ai dû terminer le cycle toute seule parmi eux. J'arrivais néanmoins à figurer parmi les meilleurs élèves et obtenais toujours de très bonnes notes. J'ai réussi mon Bac. Sciences mathématiques en juin 1968 et étions seulement deux filles à l'obtenir au Maroc, cette année.

Relever le défi de réussir un enseignement supérieur de qualité s'imposait dès lors pour moi comme quelque chose de tout-à-fait normal, une évidence. Ne pouvant réaliser mon projet de poursuivre des études en Pharmacie, en France, faute de bourse d'études à cet effet, je me suis tournée vers l'Ecole Mohammedia des Ingénieurs (EMI). J'ai beaucoup hésité avant d'arrêter ce choix – défi. Il fallait, en effet, relever le double défi de l'éloignement, les études supérieures ne pouvaient se faire qu'à Rabat, et de réussir ce que les membres de ma famille et bon nombre de nos amis pensaient irréalisable, à savoir que les filles étaient en mesure de prétendre au statut d'ingénieur.

### **Les années charnières : 1969-1972**

L'EMI, conçue au départ comme le lieu de formation d'une élite d'ingénieurs, a été organisée dans un esprit élitiste, comme une structure distincte du reste de l'Université tant par la structure du Bâtiment, la logistique - Accès au site, restauration, dortoirs, organisation des loisirs – qu'en termes d'organisation syndicale des élèves ingénieurs. Tout était fait pour garder ces élèves au sein de la structure, loin de la masse des étudiants de l'université, sous contrôle, concentrés sur leurs études et leurs travaux, avec des programmes surchargés.

J'y ai passé quatre années de travail acharné de préparation d'un diplôme en Electricité, que j'ai obtenu en 1972. Mais ces quatre années ont été un moment charnière dans la vie du pays et de son environnement international ; tournant qui a marqué profondément notre génération. Les débats, les conflits et les violences politiques et sociales secouaient le pays. Ils avaient trait

à la nature de l'Indépendance, de l'Etat, des projets de société, à l'arabité et à la question palestinienne, etc. Cette dynamique résonnait au sein de l'université à Rabat et s'y prolongeait. Le mouvement de contestation de l'ordre établi, y compris sa dimension patriarcale, est stimulé par les expériences et les idées d'émancipation, révolutionnaires, tiers-mondistes, etc., de par le monde, dans le sillage du refus des guerres et des hiérarchies politiques et sociales.

A mon échelle, l'année 1970 signa l'affirmation du processus d'autonomisation de la jeune femme que j'étais. L'adulte que je suis devenue affirma sa volonté de femme libre. Cette volonté se traduit d'abord dans mon engagement politique au sein de la gauche marocaine. Sans sous-estimer la singularité du combat des femmes pour l'émancipation du carcan patriarcal et pour l'égalité en droit avec les hommes, j'étais dans l'air du temps de la gauche et considérais que le meilleur moyen pour l'autonomisation du genre féminin était de contribuer au combat politique avec les hommes et à leur côté, pour l'émancipation politique des deux. Elle s'illustre aussi, et en même temps, dans les choix par rapport à la vie privée et amoureuse. Nous nous sommes connus, mon mari et moi à l'EMI.

### **La vie de l'ingénieure engagée**

Mon expérience professionnelle s'est faite au sein de l'ONE en deux temps ; de février 1973 à mars 1976, d'abord et d'avril 1981 au départ en retraite en juillet 2009, ensuite. Entre les deux s'est immiscé violemment une séquence douloureuse et dramatique, celle de l'expérience de la détention politique, et qui participe de ce qu'on dénomme de nos jours « années de plomb ».

### **Première séquence professionnelle**

J'ai intégré l'ONE en février 1973. A l'époque le processus de marocanisation de l'encadrement dans les entreprises publiques était à l'œuvre et les diplômés de l'EMI étaient très recherchés... Je crois que ce qui a motivé davantage mon choix a été l'impact positif sur moi de mon stage ouvrier effectué au sein de l'usine Thermoélectrique de Casablanca – Roches Noires en juillet 1970. J'ai passé un mois très passionnant techniquement et enrichissant humainement. L'équipe était très soudée et compétente. J'ai été émerveillée !!!

Une fois le mois de stage d'intégration achevé, j'ai été orientée vers la Direction de l'Équipement (DSE) au Service Equipement du Réseau de Transport, Lignes Haute Tension. Au sein de ce Service, j'ai contribué à la construction du nouveau réseau 225 kV et à la réhabilitation des réseaux 60 kV et 22 kV.

L'organisation de l'ONE à l'époque était très aplatie et relativement figée. J'ai occupé la fonction d'Ingénieur "Chef de Zone". Il m'a été donné d'assurer le suivi des études et de la réalisation de plusieurs ouvrages de lignes HT et THT. J'ai également contribué à la rédaction de Cahiers de charges de Normalisation du Matériel des Lignes Haute Tension ... J'ai en outre contribué aux premières études du projet d'interconnexion entre le Maroc et l'Espagne.

### **La chape de plomb**

Un événement douloureux va donner un coup d'arrêt à cette expérience : notre arrestation mon mari Hammadi SAFI et moi pour motifs politiques en mars 1976. Nous avons été internés et torturés au Centre de Derb Moulay Chérif et nos familles harcelées et intimidées. En fait la répression des opposants politiques nés des nouveaux courants de gauche n'a pas cessé de faire des ravages depuis la première tentative de coup d'Etat militaire en 1971, et surtout depuis le printemps 1972. Il ne m'appartient pas ici d'en faire l'analyse ni de m'arrêter sur les évolutions politiques, économiques et sociales des années 70 et 80. Je me contenterai de rapporter quelques éléments factuels et informatifs sur mon expérience de cette période.

J'ai été condamnée à cinq ans de prison, et mon époux à trente, lors du fameux procès de Casablanca de janvier-février 1977. A l'issue du procès, tous les détenus hommes du groupe sont transférés à la Prison Centrale de Kénitra, à l'exception de A. Serfaty gardé à la Prison civile de Casablanca. Les trois femmes du groupe, à savoir mes camarades Saida Mneghi, Rabéa Ftouh et moi-même étions détenues dans le quartier des femmes du même établissement.

Passé le ressenti du moment - eu égard au caractère kafkaïen du « Procès » et au climat malsain que des forces politiques et médiatiques ont alimenté pour justifier l'injustifiable : condamner à des peines surréalistes de jeunes femmes et de jeunes hommes, dont certains étaient encore mineurs, au seul motif d'avoir dénoncé des injustices du quotidien ou le pouvoir et ses politiques. Il nous a fallu penser cette évolution, rester debout, défendre notre dignité de

femmes et résister face au projet de détruire en nous la soif de liberté et de justice, projet dont l'expérience de Derb Moulay Cherif et du « Procès » annonçaient la nature.

Nous étions trois femmes aux trajets de vie singuliers et différents, unies autour des idées radicales de gauche de l'époque. Nous nous sommes retrouvées dans une cellule, dans le quartier des femmes de droit commun dont nous étions isolées, dans une prison civile de notre pays. Une camaraderie, un amour et une entente fraternelles incroyables se sont installés entre nous trois. Nous nous soutenions mutuellement, et quand le moral de l'une d'entre nous flanchait, les deux autres s'occupaient d'elle et la soutenaient. Je ne me rappelle pas avoir vécu une quelconque mésentente ou querelle qui aurait pu venir entacher cette relation. Est-ce là l'expression de la capacité insoupçonnée de résistance et de résilience des femmes marocaines ?

En tous les cas, ceci nous a donné la force de supporter les privations de toutes sortes - dont celle de contacter nos conjoints, détenus à Kénitra, autrement que par courrier contrôlé par l'administration - de faire face aux brimades et à l'arbitraire de cette administration vis-à-vis de nous et de nos familles. Il nous a fallu affirmer notre statut de détenues politiques et œuvrer avec nos autres camarades, nos familles, nos amis et nos soutiens institutionnels et personnels à travers le monde, pour que ce statut soit reconnu et appliqué. Face à une guerre cynique et sans merci visant à nous détruire à petit feu, nous avons engagé une résistance héroïque au prix de nos vies et de la souffrance de nos proches et amis.

La grève illimitée de la faim a été le recours ultime. Nous avons ainsi rejoint les autres détenus de notre groupe qui ont commencé la grève de la faim le 8 novembre 1977. Après un début difficile suivi de notre isolement total dans une cellule fermée nuit et jour, nous étions toutes les trois transférées à l'hôpital Ibn Rochd de Casablanca à partir du 15<sup>e</sup> jour de la grève de la faim. Nous nous retrouvons dans une cave, entourées de policiers et coupées du monde extérieur. Notre santé à toutes les trois se dégradait rapidement et souffrions le martyre. Notre chère camarade Saida Mnebhi décéda le 34<sup>e</sup> jour de la grève, le 11 décembre 1977. Ce fut un choc terrible et un traumatisme profond pour nous deux, Rabéa Ftouh et moi-même. Notre état de santé physique et psychologique se détériora. Nous n'avions pu nous en sortir qu'au prix de beaucoup d'efforts avec le fabuleux soutien de nos familles, nos proches et amis. Mais la perte de notre camarade restera à jamais une blessure indélébile.

Ce n'est qu'après quelques dix jours après cette tragédie que les autorités finirent par se mettre à la négociation et accepter l'essentiel des revendications ; le mouvement de grève de la faim ayant duré 45 jours !

L'une des conséquences en a été l'assouplissement de nos conditions de détentions, puis notre transfert à la Prison civile de Kénitra, où j'ai passé les deux années restantes de ma détention, avant ma libération en mars 1981. Les conditions de détention à Kénitra étaient moins dures et moins contraignantes qu'à Casablanca. Nous pouvions nous voir une fois par semaine, mon mari et moi. Nos parents et surtout ma mère n'avaient plus à jongler entre deux villes et pouvaient nous rencontrer directement, sans grillage de séparation.

Deux détenues politiques appartenant au « Groupe de Meknès » nous ont rejointes vers le mois de juillet 1980. Il s'agit de Fatna El Bouih et Nguia Bouda. La libération de Rabéa s'étant produite une année avant la mienne, j'ai dû trouver des points de repères parmi les nouvelles détenues.

Cette expérience a en outre été marquée par l'émergence d'un acteur majeur : les femmes et filles courage, qu'elles soient mères, sœurs, conjointes des détenus politiques. Elles se sont illustrées dans tous les combats, sans se décourager ou baisser la garde durant des années, se dévouant, sans compter, à la cause de leurs proches.

Au terme de ce récit, je dois dire que l'expérience de la détention politique est un voyage singulier dans le Maroc profond et réel. Il éclaire, pour qui sait observer, toutes les facettes de notre société, de notre pays et de notre Etat. Il est aussi un moment privilégié dans le silence des cellules, de réflexion philosophique sur le sens de la vie. Comme il peut conduire à interroger le politique dans sa double dimension historique et anthropologique.

## **Deuxième séquence professionnelle**

J'ai entamé les démarches pour revenir à l'ONE au lendemain de ma libération en mars 1981. Il a fallu plusieurs interventions de personnalités politiques et syndicales pour convaincre le Directeur Général d'accepter ce retour. Il y a eu également un concours de circonstances, une accalmie (!) politique, qui a contribué à faciliter ce retour. J'ai fini par reprendre mon travail, en



avril 1981, au même poste.

J'ai repris mon travail aux LHT, à la normalisation technique des composants des lignes et surtout les isolateurs. Et, au démarrage de la réalisation de d'interconnexion sous-marine entre le Maroc et l'Espagne, j'ai intégré l'équipe chargée du projet. Je travaillais au Maroc mais ne pouvais participer aux réunions et visites techniques à l'étranger, les autorités refusant de me délivrer mon passeport ! Il a fallu attendre plus de neuf ans pour l'avoir.

Ma fille Mouna est née en juillet 1990 avec des malformations cardiaques. Elle devait être opérée d'urgence en France. Nous étions, son père et moi, toujours privés de passeports. Il a fallu batailler dur avec le soutien de parlementaires et de personnalités civiles pour faire comprendre aux plus hautes autorités du pays la gravité de la situation de santé de notre fille. Elles ont fini par libérer mon passeport à la dernière minute, mais pas celui du père... Je voudrais saisir cette occasion pour remercier l'ensemble de la Direction de l'ONE qui m'avait soutenue lors de cette épreuve ; l'hospitalisation de ma fille à Paris ayant duré plus de 6 mois.



En 1994, l'ONE a connu de grands changements dans le cadre desquels je me suis retrouvée à la Gestion de la formation pendant 10 ans : au Service Perfectionnement Cadres d'abord, puis à la formation du personnel au CSTE. J'ai préparé au début de cette carrière un DESS en Ingénierie de la formation à l'Ecole Hassania des Travaux Publics. A l'occasion d'un nouveau changement de Direction Générale et de la mise en place d'une nouvelle organisation, j'ai été nommée, en 2007, Directeur des Ressources Humaines, à quelques trois ans de mon départ en retraite. Ce fût une séquence très tumultueuse dans la vie de l'Office et dans la mienne : Changement d'organisation à deux reprises en moins de deux ans avec des modifications des postes hiérarchiques sans justifications puis un nouveau changement de Direction Générale.

Je dois dire que le sentiment de solitude que peut ressentir une femme, surtout en milieu à fort coefficient technique, n'est pas nouveau pour moi. J'ai intégré les rangs de l'ONE à l'âge de 24 ans. J'étais à ce moment-là la seule femme ingénieure marocaine (il y avait une femme russe ingénieur chimiste). J'ai eu beaucoup de difficultés à me faire une place parmi mes collègues hommes. Entre les moqueries et les allusions sexistes, la vie était difficile. Mais, il ne faut pas oublier le soutien et la bonne collaboration que j'ai eue de la part d'autres collègues. Mon seul atout a été ma capacité à travailler dur. J'étais prête à faire tous les travaux que les autres refusaient d'entreprendre. Je terminais toujours mes tâches avant les délais, et était toujours disponible pour réaliser ou suivre les projets qu'on me confiait. Je lisais toutes les notes et spécifications techniques qui me tombaient sous la main. Je faisais semblant de ne pas entendre les commentaires déplaisants de la part de mes collègues. Ce sont mes « astuces » à moi pour me faire une place dans ce monde masculin. Il faut souligner qu'avec le temps, pour le personnel de l'ONE, j'ai fini par être considérée "Mme Oukacha", sans autre étiquette !!

Ceci dit, je dois souligner que l'organisation de l'Office et sa culture d'entreprise permettent l'intégration des femmes cadres et surtout les ingénieures. Les femmes se sont toujours distinguées par leur travail acharné, leur adaptabilité et leur compétence dans les domaines qui se sont offerts à elles.

### **Toujours engagée**

Au jour d'aujourd'hui, je suis très contente de contribuer, de manière bénévole et engagée, au développement et à la bonne gestion de l'Association Anaïs qui s'occupe des personnes en situation du handicap mental, dont ma fille fait partie. C'est une activité passionnante et difficile à la fois au regard du cadre juridique au Maroc, aux immenses besoins et faibles ressources, etc., et à la conjoncture de crise sanitaire, économique et sociale que nous traversons. Celle-ci affecte directement la capacité de survie de ce secteur associatif vital.

[Retour au sommaire](#)

# J'AI LU\*

## Ingratitude ô travail

Par Hassan Buri

Le roman de Wiam El Khattabi est une vraie réussite pour un premier roman, tant sur le plan du récit que de la narration.

L'histoire de l'ingratitude au travail dépasse la tourmente, les tracasseries et la non reconnaissance, elle devient un état de fait qui doit s'éclipser en faveur d'une situation plus humaine et plus juste.

Dans cet esprit Dr El Khattabi nous offre ce roman qui est une leçon de vie. Commençant par une prise de conscience, puis un acte de refus et enfin une résolution à maintenir une position qui ne cesse d'user l'âme. L'aboutissement de cette longue marche est un déclenchement d'une manière propre de saisir les inepties de notre monde.

L'« Ingratitude ô travail » est remarquable dans sa cadence. Il attire et tire, à l'image d'un train de phrases et de paragraphes sur une voie sans gare. C'est une vraie mosaïque, belle par son architecture et ses couleurs, une recherche de liberté et de résistance à une situation imposée.

Le récit de ce roman s'enchaîne du début à la fin et pousse le lecteur vers une lueur dont l'auteure a su nous en offrir une esquisse très subtile et très audacieuse.

C'est l'histoire de Abdelkrim à la veille de son départ à la retraite, lui qui a sacrifié une grande partie de sa vie pour son travail, sans recevoir la contrepartie qu'il pense mériter. Aujourd'hui, il est déboussolé, perdu, incapable de comprendre ce qui lui arrive, et une infinité de questions lui traversent l'esprit.

Abdelkrim cherche alors des réponses, essaie de donner un sens à sa vie et de tourner la page, car il est de plus en plus persuadé que la vie peut offrir beaucoup plus que ce que lui, pourrait imaginer.

Wiam El Khattabi est médecin pneumologue-allergologue et enseignante à la faculté de médecine et de pharmacie de Casablanca.

Auteure de plusieurs articles scientifiques et une expérience riche en rencontres humaines et de défis face à des maladies parfois graves ou invalidantes, elle se lance aujourd'hui dans un défi purement littéraire loin du domaine médical mais qui s'inspire dans certains détails de ses patients.



---

\* Rubrique dédiée aux livres, pour partager vos lectures les plus récentes

[Retour au sommaire](#)

### La Blockchain, c'est quoi ?

La « Blockchain » est un terme anglo-saxon qui signifie littéralement « chaîne de blocs ». Ces blocs sont des séries d'écritures encryptées qui, ensemble, forment un registre de transactions. Ces transactions sont archivées dans une base de données décentralisée sur tous les ordinateurs d'un réseau qui sont consultables et mis à jour simultanément par et pour tous les membres de ce réseau. La technologie blockchain permet donc de réaliser une transaction sécurisée de pair à pair, vérifiées automatiquement par l'ensemble des participants ayant un droit d'accès au réseau.

Il s'agit donc d'une technologie de stockage et de transmission d'informations de manière transparente et sécurisée, et fonctionnant sans organe central de contrôle. De fait, une blockchain est un immense registre de données, qui concernent généralement des transactions. Toutes ces données sont compilées dans un même fichier, qui est ensuite dupliqué sur l'ensemble des ordinateurs participant à la blockchain.

La synchronisation du registre de données entre tous les participants est au cœur de la blockchain puisqu'elle garantit son immuabilité. Tous les participants doivent en effet disposer des mêmes informations sur les transactions réalisées. Ce qui fait des blockchains des dispositifs particulièrement sûrs à plusieurs points de vue. En effet, les informations sont cryptées à l'aide de clés électroniques asymétriques, ce qui garantit à la fois l'authentification de l'auteur d'une transaction et l'accès à l'information par des tiers. Ensuite, le dispositif de synchronisation des nœuds permet la mise en place d'opérations de contrôle qui valideraient les données contenues dans chaque bloc. Enfin, la copie du registre chez l'ensemble des participants rend la blockchain particulièrement robuste quant à la perte de données liée à une cyber intrusion ou un défaut matériel.

Mais au-delà de ces caractéristiques intrinsèques, l'engouement pour la blockchain réside dans la possibilité de désintermédiation qu'elles offrent. Puisque les données sont validées et stockées par tous les participants, les informations n'ont plus besoin de tiers de confiance pour garantir leur validité. Les banques, les assurances ou encore les notaires qui assurent aujourd'hui cette fonction pourraient se trouver concurrencés par des blockchains. Dans le domaine bancaire, le tiers de confiance est traditionnellement assuré par les banques et les Etats. La mise en place de monnaie électronique comme le Bitcoin vise à se passer de ces intermédiaires et donc à garantir des transactions monétaires sans avoir recours à un tiers.

### L'utilisation de la Blockchain dans l'énergie

Si la première application de la blockchain a été la désintermédiation financière, la suppression d'intermédiaire entre deux acteurs peut s'appliquer à bien d'autres domaines.

Ainsi, certains imaginent et mettent déjà en place des blockchains dédiées à des problématiques énergétiques, et en particulier électriques. L'exemple le plus connu est celui du Brooklyn microgrid<sup>2</sup>, qui permet à des particuliers d'interagir sans passer par un tiers.

#### Qui fait fonctionner les blockchains ?

Dans le cas des blockchains publiques, la participation est ouverte à tous les volontaires. Cette participation, appelée « minage », est rémunérée dans la cryptomonnaie associée à la blockchain (des Bitcoins pour la blockchain Bitcoin, des Ethers pour la blockchain Ethereum, ...). Si tout le monde peut participer, la pratique montre que le « minage » est devenu un marché très compétitif et qu'il est désormais essentiellement réalisé par d'immenses data centers dans des pays où l'électricité est disponible à bas prix (Islande, Chine...).

Dans le cas des blockchains privés, le processus de validation est réalisé par un acteur unique.

<sup>2</sup> <https://www.brooklyn.energy/>

Certains produisent de l'électricité via leurs propres panneaux solaires, les autres achètent cette électricité pour la consommer. Il n'y a plus d'entreprise intermédiaire : les transactions sont gérées via une blockchain.

### Qui a inventé le bitcoin ?

La blockchain la plus célèbre est le bitcoin. Elle constitue une cryptomonnaie dont la capitalisation totale s'élevait en novembre 2020 à environ 254 milliards d'euros. Le bitcoin aurait été inventé par un certain Satoshi Nakamoto, un pseudonyme derrière lequel se cache une personne anonyme. Ce personnage mystérieux, qui a amassé un nombre important de bitcoins aux débuts de cette blockchain, dispose aujourd'hui d'une fortune considérable, alimentant un peu plus les fantasmes entourant les cryptomonnaies et les blockchains...

Il est possible que ce processus de désintermédiation s'étende à d'autres pans de la chaîne de valeur du système électrique. En particulier, la technologie blockchain peut permettre de :

- réaliser des transferts d'actifs, et en particulier d'énergie, de capacité ou encore de garanties d'origines<sup>3</sup>.
- tenir des registres transparents et immuables,
- conclure automatiquement des contrats entre acteurs.

Dans ce cadre on peut mentionner Engie qui expérimente la technologie blockchain sur un réseau de compteurs d'eau connectés. L'application est construite de façon à déclencher automatiquement l'appel du dépanneur en cas de fuite.

La société Lumo utilise la blockchain dans le cadre

du financement participatif. Les investisseurs sont rétribués en Solarcoins, qui est une cryptomonnaie rétribuant les producteurs photovoltaïques. Les investisseurs peuvent s'en servir pour payer leur facture d'électricité. La RWE allemande s'intéresse quant à elle à l'usage de la blockchain dans la mobilité électrique.

Les énergéticiens expérimentent donc déjà des applications de la blockchain. Toutefois, ces applications restent pour l'instant du domaine de l'expérimentation. La blockchain doit encore démontrer sa capacité à transformer le fonctionnement du système énergétique tout en maintenant une haute qualité de service.

## Les limites de la Blockchain

Les blockchains sont des dispositifs répondant à des objectifs élevés de sécurité ; mais leur mise en place pose un certain nombre de questions relatives à leurs performances, à la fois techniques, économiques et environnementales.

Ainsi, les blockchains ne sont pour l'heure pas pertinentes pour le traitement de données à fréquence élevée (en-deçà d'un traitement par seconde), en raison des délais minimum de traitement des informations par les processeurs. Il faudra donc leur préférer d'autres solutions informatiques en l'état actuel des capacités de calcul.

### Consommation d'énergie d'une blockchain :

Le déploiement à grande échelle d'une blockchain nécessite de grandes puissances de calcul et des temps de calcul de plus en plus importants. A elle seule, la blockchain Bitcoin consomme environ 13 TWh par an. Un tel système est donc inadéquat pour des microtransactions énergétiques quand le coût énergétique du traitement de la transaction par la blockchain devient supérieur à la quantité d'énergie échangée. Les blockchains dédiées à l'énergie devront donc s'attacher à consommer le moins d'énergie possible.

De même, s'il n'y a pas lieu de partager les données entre plusieurs entités, des solutions tout aussi sûres existent actuellement sans avoir besoin de déployer une blockchain.

La question de la plus-value des blockchains par rapport aux technologies existantes est donc centrale.

Au-delà de la capacité de la blockchain à répondre à tous les besoins, d'autres considérations interviennent pour le secteur énergétique.

L'éventuel déploiement de cette technologie pour traiter les flux énergétiques (dans le cas de l'autoconsommation collective par exemple) ne pourra pas être conduit sans une réflexion sur l'adaptation de certaines règles structurelles (la notion de responsable d'équilibre dans le système électrique par exemple), l'enjeu étant de maintenir un

haut niveau de sécurité et de stabilité du système électrique.

<sup>3</sup> Garantie d'origine renouvelable est un document électronique certifiant que de l'électricité a été produite à partir d'une source d'énergie renouvelable et injectée sur le réseau électrique.

De plus, il faut garder à l'esprit que la blockchain est un outil pour répondre aux exigences accrues de protection de la vie privée dans la mesure où elle peut être équipée d'outils cryptographiques puissants. Néanmoins, une information inscrite dans une Blockchain n'est que très difficilement effaçable et donc se heurte aux exigences du droit à l'oubli, dont l'objectif est justement la protection de la vie privée.

En conclusion, la technologie blockchain peut s'avérer un outil puissant pour réconcilier des flux énergétiques et flux commerciaux, mais elle n'est pas appelée à remplacer tous les systèmes existants : elle devra d'abord démontrer sa capacité à faire mieux et à moindre coût. Il manque encore aujourd'hui une « killer application » qui permettrait d'installer définitivement la blockchain dans le domaine de l'énergie.

Sources :

1-<https://observatoire-electricite.info/fiches-pedagogiques/article/la-blockchain-et-l-energie>

2-<http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=blockchain-introduction>

Pour en savoir plus :

3-<https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/energie-la-blockchain-solution-miracle-67040/#:~:text=Que%20permet%20la%20Blockchain%20%3F,d'un%20micro%2Dr%C3%A9seau.>

4-[https://energy-cities.eu/wp-content/uploads/2019/01/energy-cities-etude-blockchain\\_2018\\_fr.pdf](https://energy-cities.eu/wp-content/uploads/2019/01/energy-cities-etude-blockchain_2018_fr.pdf)

---

\*Rubrique réservée aux idées que vous souhaitez partager

[Retour au sommaire](#)



Pour vos lectures, connectez-vous  
à notre bibliothèque numérique  
[EnergiesBooks](#)

[www.energies.ma](http://www.energies.ma)  
[energiesassociation@gmail.com](mailto:energiesassociation@gmail.com)

Nous vous invitons à nous adresser vos suggestions et commentaires ainsi que vos contributions à notre journal, à l'adresse ci-dessus