



# ELON MUSK

HYPERLOOP, TESLA, SPACEX...  
LES INCROYABLES PROJETS D'UN  
VISIONNAIRE UN PEU FOU

---

janvier / 2017

# SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>3</b>
<b>TESLA MOTORS : UNE NOUVELLE FAÇON D'ENVISAGER LA VOITURE</b>	<b>4</b>
▪ TESLA DÉVOILE 3 NOUVELLES 4X4 "MODEL S" DONT UNE ULTRA-RAPIDE	4
▪ TESLA MOTORS RENTABLE EN 2020 ?	6
▪ FARADAY FUTURE REPRÉSENTE-T-IL UNE MENACE POUR TESLA ?	7
<b>TESLA : RÉINVENTER L'ÉNERGIE</b>	<b>10</b>
▪ POWERWALL, LA NOUVELLE BATTERIE POUR MAISON DE TESLA	10
▪ LA GIGAUSINE TESLA FONCTIONNERA INTÉGRALEMENT À L'ÉNERGIE SOLAIRE ET ÉOLIENNE	11
▪ LA BATTERIE DOMESTIQUE PREND SON ENVOL	13
▪ TESLA : LA GIGA-USINE DU NEVADA EST OPÉRATIONNELLE	15
▪ TESLA, TOITURES SOLAIRES ET NOUVEAUTÉS	16
▪ A HAWAÏ L'EAU CHAUDE SERT À STOCKER L'ÉLECTRICITÉ SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE. ELON MUSK INSPIRE LES GÉANTS FRANÇAIS ENGIE ET EDF EN.	18
▪ BATTERIES LITHIUM : TESLA DEVRA AFFRONTER UNE TRÈS FORTE CONCURRENCE	22
▪ QUAND LE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE DEVIENT SEXY : LES ARDOISES FRANÇAISES CLONÉES PAR TESLA	24
▪ 13,9 CENTS LE KWH : UNE ÎLE DU PACIFIQUE SE LIBÈRE DU PÉTROLE GRÂCE AU SOLAIRE EN BOUTEILLE DE TESLA	29
<b>HYPERLOOP : LE TRAIN SUBSONIQUE</b>	<b>30</b>
▪ HYPERLOOP, LE PROJET INCROYABLE D'ELON MUSK	30
▪ LE TRAIN SUBSONIQUE HYPERLOOP BIENTÔT À L'ESSAI	32
▪ QUI VA CONSTRUIRE LE TRAIN FUTURISTE HYPERLOOP ?	34
▪ PREMIER TEST RÉUSSI POUR HYPERLOOP !	36
<b>SPACE X : COLONISER MARS !</b>	<b>38</b>
▪ UN MILLION D'HUMAINS POUR PEUPLER MARS D'ICI 100 ANS ?	38
▪ ELON MUSK A RÉVÉLÉ UN SYSTÈME DE TRANSPORT INTERPLANÉTAIRE POUR LA MISSION HABITÉE VERS LA PLANÈTE MARS	39

# INTRODUCTION

Véritable star aux Etats-Unis, celui qu'on qualifie souvent de "visionnaire" ne bénéficie pas de la même notoriété en France. Et pourtant. Qui n'a jamais entendu parler de l'Hyperloop, cet incroyable train supersonique, des toitures solaires Tesla ou de la colonisation de Mars via la société SpaceX ? Chef d'entreprise, ingénieur, inventeur et millionnaire américain, Elon Musk est connu pour ses projets ambitieux qui sortent souvent des sentiers battus. Après avoir fait fortune en créant Paypal, il s'est intéressé aux voitures électriques en fondant Tesla Motors, puis à la colonisation de la planète Mars via SpaceX. Il a entrepris de créer des lanceurs de fusée low cost, décidé de construire de gigantesques usines de batteries au lithium-ion afin d'encourager notamment le développement des transports durables. Et puisque, décidément, le métro est trop lent, il s'est pris à imaginer un train supersonique qui traverserait les villes à la vitesse de l'éclair. Son rêve ? Que l'humanité produise une énergie durable tout en se ménageant une porte de sortie. Il y a une jolie planète rouge pas si loin...Un visionnaire fou ? Ce n'est pas si sûr.

## TESLA MOTORS : UNE NOUVELLE FAÇON D'ENVISAGER LA VOITURE

# TESLA DÉVOILE 3 NOUVELLES 4X4 "MODEL S" DONT UNE ULTRA- RAPIDE

*Le constructeur de voitures électriques Tesla a dévoilé trois nouvelles "Model S" 4x4 et bimoteurs, dont l'une à l'accélération "insensée", espérant conquérir des clients friands de vitesse et dans des climats plus durs que son fief californien.*

Il y aura trois nouvelles Model S, a annoncé le charismatique patron de Tesla, Elon Musk, jeudi soir lors d'une conférence de presse : "un modèle normal, un sportif, et un insensé !", a-t-il dit en plaisantant.

Tous trois seront des 4x4 bimoteurs qui peuvent être commandés en option dès vendredi.

Les nouveaux modèles aux lignes courbes et sport portent tous la lettre "D", signifiant bimoteur ("dual engine"), un à l'avant et un à l'arrière, a fait valoir Elon Musk, souriant et détendu sur scène devant un parterre bondé.

La 60 D aura une autonomie de 360 kilomètres et pourra monter jusqu'à 200 kilomètres/heure, la 85 D une autonomie de 472 kilomètres et montera jusqu'à 248 kilomètres/heure.

La P 85 D, un modèle haut de gamme, pourra pousser jusqu'à 249 kilomètres/heure, et accélérer à 100 km/h en 3,2 secondes, ce qui en fera une des berlines les plus rapides du marché, promet Elon Musk.

Elle sera disponible à partir de 120.170 dollars.

Avec ces nouveaux modèles, Tesla espère notamment conquérir des adeptes du tout électrique et de la vitesse dans des régions américaines où le temps est moins clément que dans son fief californien.

Ces berlines quatre roues motrices seront équipés d'un logiciel "de pilotage automatique" avec des fonctions anti-

collision.

- 'Voir la voiture devant vous à travers le brouillard, la neige, le sable' -

Il permettra de "voir la voiture devant vous à travers le brouillard, la neige, le sable", et comprendra des capteurs et des fonctions d'aide à la conduite et au parking, a énuméré Elon Musk.

D'après lui, l'ajout d'un deuxième moteur ne va pas ralentir la voiture : "au contraire" la technologie du véhicule permet de "faire passer de façon dynamique la traction de l'arrière vers l'avant".

"Cela permet une efficacité optimale des deux moteurs et de compenser l'augmentation de la masse", a-t-il poursuivi.

"L'accélération est un peu plus rapide et la vitesse maximale plus élevée", insiste le patron du constructeur "vert", un visionnaire également créateur de la société aérospatiale Space X, du service de paiement PayPal et du compresseur de documents informatiques Zip.

Tesla avait créé le "buzz" en annonçant la semaine dernière une conférence de presse pour jeudi. Sur l'invitation, on devinait sous une porte de garage entrouverte le profil d'une "Model S", mais l'invitation portait un grand D.

"Il y a eu beaucoup de spéculations sur la +D+, j'ai appris beaucoup de choses y compris certaines que je ne pensais pas possibles", a ironisé Elon Musk en faisant allusion aux spéculations de la presse.

L'action Tesla gagnait 0,77% à 258,98 dollars dans les échanges hors marché vers 07H00 GMT, après avoir cédé 0,88% en séance jeudi.

Les véhicules électriques ne représentent encore que quelque 3,5% des ventes de véhicules aux Etats-Unis, mais leur part progresse.

Tesla s'est fait connaître avec une voiture de sport électrique, la Roadster, sortie en 2007.

Plébiscitée par les stars d'Hollywood comme George Clooney et Leonardo DiCaprio, elle a largement contribué à rendre "sexy" les voitures "vertes" aux Etats-Unis.

La Model S, berline plus familiale, était sortie en 2012. Le groupe travaille actuellement au développement d'un autre modèle, la X, un 4x4 crossover dont les livraisons devraient débiter l'an prochain.

Il avait aussi annoncé en juillet la mise en développement d'une berline compacte de luxe, la Model 3, qui devrait être vendue moins cher, entre 35.000 et 40.000 dollars l'unité.

Tesla a aussi beaucoup fait parler de lui ces derniers mois avec son projet de "giga-usine" de batteries au lithium-ion, qui devrait être la plus grosse du monde et représenter 4 à 5 milliards de dollars d'investissements. Elle sera construite dans le Nevada (ouest des Etats-Unis).

ved/jh

« Tous droits de reproduction et de représentation réservés. © 2014 Agence France-Presse. »

09/10/2014

# TESLA MOTORS RENTABLE EN 2020 ?

*Elon Musk, PDG et co-fondateur de Tesla Motors, a fait une annonce inattendue lors d'une soirée en marge de l'Automotive News World Congress à Detroit, le 13 janvier dernier. Selon lui, Tesla Motors ne sera pas rentable avant 2020. A cet horizon, les ventes annuelles du constructeur devraient atteindre 500 000 véhicules, contre 33 000 pour son modèle S en 2014. Ensuite, l'entreprise marchera à plein régime !*

Cette annonce a eu son petit effet sur l'action de l'entreprise. Frustrés à l'idée de ne pas recevoir de dividendes jusqu'en 2020, les investisseurs ont quelque peu boudé l'action. Encore cotée à 204 dollars le 13 janvier après avoir bondi de 48 % en 2014, l'action a atteint 190 dollars le 14, avant de remonter à 196,5 dollars au 22 janvier.

Mais pour le milliardaire, cette rentabilité attendue pour 2020 n'est pas un problème. En effet, il se défend de rechercher la rentabilité sur le court terme. Selon lui, son entreprise investit dans de nouveaux modèles et ne peut donc espérer une rentabilité immédiate. Si les ventes devraient atteindre 500 000 véhicules en 2020, Elon Musk pense que Tesla Motors devrait produire « quelques millions de voitures » à l'horizon 2025. Le marché du véhicule électrique devrait exploser entre 2020 et 2025, les bornes de recharge étant alors bien déployées dans les différents pays.

Lors de cette soirée, Elon Musk a aussi annoncé que le marché des véhicules électriques avait ralenti en Chine au quatrième trimestre 2014. Faute d'un réseau d'infrastructure de recharge suffisant, les Chinois demeurent pour le moment frileux à l'idée d'investir dans les véhicules électriques. Il pense néanmoins que ce ralentissement sera temporaire, contrecarré par le développement des infrastructures en cours.

## De l'électrique haut de gamme performant

Co-fondé en 2003 par Elon Musk, Tesla Motors conçoit et

commercialise des véhicules électriques haut de gamme. Bien que ne totalisant que 0,02% de parts de marché, l'entreprise est valorisée à 25,5 milliards de dollars. Le modèle phare de la marque est la berline modèle S. L'entreprise projette de lancer sur le marché son crossover modèle X en 2016 et son modèle plus compact et moins cher, le Model 3, d'ici 2017.

La particularité du modèle S de Tesla est d'être doté d'une autonomie allant de 390 à 502 km selon le nouveau cycle européen de conduite (NEDC) grâce à des batteries de 60 kWh à 85 kWh. Pour les véhicules purement électriques proposés par les autres constructeurs, les autonomies tournent plutôt entre 100 et 200 km. Mais pour s'offrir l'un de ces modèles S, il faudra tout de même dépenser entre 69 000 et 102 900 euros !

Par **Matthieu Combe**, journaliste scientifique

Et aussi dans les ressources documentaires :

- Transports
- Energies

Et aussi dans l'actualité :

- Hyperloop, le projet incroyable d'Elon Musk
- Un million d'humains pour peupler Mars d'ici 100 ans ?
- La GigaUsine Tesla fonctionnera intégralement à l'énergie solaire et éolienne

27/01/2015



# FARADAY FUTURE REPRÉSENTE-T-IL UNE MENACE POUR TESLA ?

*Il est un nouvel arrivant dans le commerce de voitures électriques qui risque de faire trembler Elon Musk et son entreprise Tesla Motors dont on ne cesse pourtant de vanter les mérites. Cette société, jusqu'ici mystérieuse, s'appelle Faraday Future. Présentation.*

Jusqu'à aujourd'hui, c'était la discrétion qui définissait la start-up. De l'identité de son pdg à celle de ses actionnaires, on ignorait tout, avant que l'on apprenne finalement qu'il s'agit de **Nick Sampson**, ancien ingénieur **Tesla**. La création même de **Faraday Future** en 2014 avait eu lieu sans grandes pompes et sans qu'aucune annonce ne soit faite. Si bien qu'un temps, avait été envisagé qu'**Apple** soit derrière ce projet, en partie à cause du caractère nébuleux qui enveloppait la société. Certains y voyant une culture du secret savamment orchestrée qu'aurait pu élaborer la firme à la pomme.

Mais voilà, les dirigeants se sont enfin mis à communiquer et nous en savons désormais un peu plus. Par exemple que les locaux, qui appartenaient auparavant à Nissan, situés à Gardena, à une poignée de pierres de Los Angeles, rassemblent environ 400 employés. 500 normalement d'ici début 2016. Parmi les plus emblématiques de ces employés, on peut citer Nick Sampson, Tom Wessner, Alan Cherry ou encore Richard Kim, un ancien de BMW, Porsche et Audi. Faraday a débauché des pointures d'un peu partout estimant sûrement que pour démarrer sa conquête du marché, il fallait s'entourer d'hommes avertis.

Nous avons également pu apprendre que Faraday, pour lancer massivement la production des voitures électriques connectées et autonomes, compte investir 1 milliard de dollars dans une usine de pointe aux États-Unis. L'un de ces quatre États pourrait l'accueillir : Californie, Géorgie, Louisiane ou Nevada. Et pour soutenir un tel investissement,

l'homme d'affaires chinois Jia Yueting, notamment connu pour être le patron de la plateforme de vidéo en ligne LeTV - comparable au service de diffusion Netflix - viendrait à la rescousse. L'entrepreneur serait à la tête d'une fortune estimée à 7,5 milliards de dollars et dispose d'une expérience certaine dans la création d'entreprise.

## Une ressemblance frappante avec Tesla

Si le nom de Tesla nous vient immédiatement en tête lorsque l'on pense à Faraday Future, c'est que les points de convergence sont nombreux. À commencer par le nom donné respectivement à leurs entreprises. Tesla en l'honneur de Nikola Tesla, à l'origine de la découverte du courant alternatif et du moteur électrique asynchrone et Faraday Future à cause du scientifique Michael Faraday, célèbre pour avoir inventé le principe de cage Faraday. Les deux entreprises se positionnent sur la construction de voitures électriques et ont toutes deux l'ambition de faire évoluer le milieu automobile

Mais l'assimilation s'arrête là. L'approche de Faraday s'avère en effet bien différente des autres constructeurs... et assez innovante ! La start-up ne conçoit pas la voiture comme une finalité. Plutôt comme un produit connecté et évolutif comme peuvent l'être nos téléphones portables, et capable de répondre à des besoins par des services. Comme l'a dit Nick Sampson dans Tech Insider : « Nous regardons dans la direction des abonnements et des applications. » Le business modèle diffère donc en ce point puisque Faraday entend récolter bien plus d'argent grâce aux applications : « L'important, c'est ce qui se passe après la vente. » Tout ceci n'a toutefois pas encore été expliqué très clairement et on ne sait pas quelles applications sont concernées ni quelles offres seront proposées.

Enfin, last but not least, à quoi ressemblera le premier véhicule de la nouvelle marque ? Peut-être le saura-t-on lors

du prochain Consumer Electronic Show de Las Vegas, en janvier 2016. Paraît-il qu'un premier modèle pourrait y être présenté. Quoi qu'il en soit, Faraday se donne deux ans pour débiter la commercialisation d'une voiture et ainsi débarquer sur le marché automobile. Le délai s'annonce serré mais son pdg semble optimiste.

**Par Sébastien Tribot**

03/12/2015





## TESLA : RÉINVENTER L'ÉNERGIE

# POWERWALL, LA NOUVELLE BATTERIE POUR MAISON DE TESLA

*Connu pour ses véhicules électriques, Tesla s'attaque au marché de l'électricité à domicile avec une batterie rechargeable capable d'alimenter une maison utilisant des panneaux solaires.*

**Elon Musk**, PDG de **Tesla Motors** vient d'annoncer en grandes pompes la commercialisation d'une toute nouvelle batterie révolutionnaire.

En effet, la **Powerwall** est une batterie lithium-ion capable de stocker jusqu'à 10kWh. Ses dimensions, 1.3m de haut pour 86cm de large et 18 cm de profondeur, permettent de l'accrocher au mur de sa maison. L'objectif est de stocker l'électricité, qu'elle soit délivrée par le réseau électrique aux heures les moins chères ou produite par des panneaux solaires ou même des éoliennes, puis de fournir l'électricité nécessaire à la demande. Les particuliers disposent ainsi d'un outil pour optimiser leurs dépenses énergétiques, mais aussi pallier aux éventuelles coupures réseaux, fréquentes aux Etats-Unis.

Une telle batterie pourrait ouvrir l'ère aux maisons totalement indépendantes du réseau électrique. Pas de quoi faire plaisir à EDF ! Mais le milliardaire Elon Musk assume : « Notre but est de transformer totalement l'infrastructure énergétique mondiale pour la rendre totalement durable et sans produire d'émissions de carbone ».

La Powerwall est la version pour les particuliers, mais Tesla n'oublie pas les entreprises. Les acteurs du privé ont droit à leur batterie Powerpack, aux capacités bien supérieures puisqu'elle pourra stocker 100 kWh. Cette solution va être testée auprès d'un data center d'Amazon et de supermarchés Target.

Les Powerwall et Powerpack seront fabriqués sur le site Gigafactory, la plus grande usine de batterie du monde

basée au Nevada.

La Powerwall sera commercialisée sous deux versions, 7kWh et 10kWh, d'ici un an au prix de 3500\$.

**Par Audrey Loubens**

06/05/2015

# LA GIGAUSINE TESLA FONCTIONNERA INTÉGRALEMENT À L'ÉNERGIE SOLAIRE ET ÉOLIENNE

*C'est officiel. La fameuse GigaFactory Tesla qui remplit d'enthousiasme l'Amérique sera construite dans l'état du Nevada.*

Capable de délivrer 500.000 batteries pour voitures électriques chaque année, l'énergie nécessaire à la fabrication des batteries sera 100% photovoltaïque et éolienne, deux énergies complémentaires et très bon marché.

Ci-dessus : vue du ciel de l'usine avec toit solaire et éoliennes sur la colline

Le PDG de Tesla Motors, le multimilliardaire Elon Musk, est aussi le fondateur de SolarCity, le numéro 1 du solaire résidentiel aux USA. SolarCity va construire une gigantesque usine de panneaux solaires de technologie Silevo (haut rendement et zéro dépendance vis à vis de l'élément argent) dans l'état de New-York, usine qui sera alimentée également à 100% par de l'énergie d'origine renouvelable.

Étant donné que l'énergie délivrée par un panneau solaire permet d'en produire 10 autres et que le rapport est encore meilleur pour l'éolien, un cercle vertueux, vraiment durable, se met en place.

La Gigafactory Tesla dans le Nevada sera la plus grande usine de batteries du monde. Elle produira à elle seule autant de capacités de stockage que l'ensemble des producteurs de batteries sur la planète aujourd'hui. L'investissement s'élève à 5 milliards de dollars.

Les batteries serviront en priorité à alimenter la gamme de voitures électriques Tesla (S, III et X), mais pourront aussi éventuellement alimenter d'autres constructeurs automobiles ainsi que servir pour le stockage stationnaire au

niveau des maisons et des entreprises équipées de panneaux solaires.

Ci-dessus : les différents types de solutions de stockage

Cinq états américains - Le Nouveau Mexique, l'Arizona, le Texas, la Californie et le Nevada - étaient en compétition pour remporter ce jackpot. C'est le projet sur le site de Reno (qui sonne comme un clin d'œil au groupe Renault) qui l'a emporté. Les travaux de terrassement ont déjà commencé. Le site jouit d'un très haut niveau d'ensoleillement propice à la production photovoltaïque.

Le Gouverneur du Nevada, Brian Sandoval, a déclaré que « c'est une grande nouvelle pour l'état du Nevada. Tesla va construire dans le Nevada l'usine de batterie la plus grande et la plus avancée du monde ce qui se traduira par 100 milliards de dollars d'impact économique pour le silver state durant les 20 années à venir. Je suis reconnaissant qu'Elon Musk et Tesla aient choisi le Nevada. Ces pionniers du XXIème siècle, nourris d'innovation et de désir, sont encouragés par l'engagement du Nevada pour changer le monde. Le Nevada est prêt pour être le leader. »

L'ensemble des matières premières nécessaires pour la construction des batteries proviendra d'Amérique. Tout près de Reno se trouve la King Valley (la vallée des rois) très riche en Lithium. Ce site va être exploité par l'entreprise [Western Lithium](#). La Gigafactory Tesla consommera chaque année une quantité de lithium équivalente à ce que prévoit de produire Western Lithium dans le cadre de la phase 1 de son plan de développement minier.

## **Croissance verte**

« La Gigafactory est un pas important dans la perspective de faire progresser les transports durables et permettra

la production en masse de véhicules électriques attractifs pour les décennies à venir » a déclaré Elon Musk, PDG de Tesla Motors. « Avec Panasonic et d'autres partenaires, nous nous réjouissons de réaliser l'ensemble de ce projet »

Il s'agit d'une « journée monumentale » s'est exclamée la porte-parole du Nevada, Marilyn Kirkpatrick. « Il s'agit d'une contribution significative pour stimuler en profondeur l'économie à l'échelle de l'ensemble de l'état du Nevada. » 6500 emplois directs, souvent très qualifiés, seront créés. S'ajouteront ceux liés à la construction de logements pour les salariés, de zones commerciales, de restaurants, de bars, de nouveaux services ainsi qu'à l'implantation d'entreprises d'ingénierie associées à la GigaFactory. Tesla Motors emploie dès à présent 6500 personnes en Californie notamment au niveau de [l'usine ultra-moderne de Fremont](#).

Plus qu'une voiture électrique, c'est une approche positive en matière d'écologie qu'apporte Elon Musk : « Free charging on pure sunlight for life », telle est sa devise. La charge solaire gratuite, à vie, pour tous ceux qui s'équipent d'une voiture Tesla.

Ci-dessus : Superchargeurs

Le réseau de superchargeurs Tesla, les plus puissants du monde, est effectivement en accès gratuit. Il permet dès à présent de relier la côte est et ouest aux USA, ainsi qu'Oslo à la côte d'Azur en France. L'ensemble de la France sera couverte dès 2015. Elon Musk est ouvert au partage : « Au cas où Peugeot, Renault ou un autre voudraient partager notre réseau, ils sont les bienvenus ! » a-t-il déclaré au journaliste Jean Botella du [magazine Capital](#). A suivre.

Par Olivier Daniélo

04/09/2014

# LA BATTERIE DOMESTIQUE PREND SON ENVOL

*Tesla veut démocratiser le stockage électrique chez les particuliers. Sa batterie lithium-ion Powerwall est la pierre angulaire de sa nouvelle stratégie. Les premières livraisons ont eu lieu en aux Etats-Unis, en Allemagne, au Royaume-Uni, en Belgique et en Australie. Schneider Electric et Mercedes-Benz veulent également s'implanter sur ce marché d'avenir.*

Mettre fin au règne de la batterie domestique au plomb, voici le nouveau rêve d'Elon Musk, PDG de Tesla. Le nom donné à cette [batterie lithium-ion](#) de 6,4 kilowattheures (kWh), née en avril 2015 : le Powerwall. Élégante, cette batterie peut-être accrochée au mur et prend moins de place qu'un chauffe-eau électrique (1,3 m de haut, 86 cm de large et 18 cm de profondeur).

Cette batterie a deux missions : stocker le surplus d'électricité produit par vos panneaux solaires la journée et stocker de l'électricité du réseau aux heures creuses. Ainsi, l'électricité produite par vos panneaux ne sera plus injectée dans le réseau mais sera autoconsommée lorsque vous en aurez besoin. Si votre production solaire ne couvre pas l'ensemble de votre consommation, la batterie pourra également se recharger aux heures creuses, pour restituer son électricité durant les heures pleines. Pour les consommateurs les plus gourmands, il est possible d'associer jusqu'à 9 Powerwall, pour atteindre 57,6 kWh. La batterie est prévue pour une utilisation de -20 à 50°C, avec un rendement de 92,5 %.

Pour les entreprises, Tesla propose le Powerpack, une batterie d'environ 3 m<sup>3</sup> qui stocke 100 kWh d'électricité. Vendu à 25 000 dollars l'unité, là encore le produit est modulaire : Elon Musk envisage des parcs de plusieurs centaines, voire de plusieurs milliers de Powerpack.

## Un produit prometteur, mais pas encore rentable pour tout le monde

A ce jour, le Powerwall est loin d'être rentable partout. Aux Etats-Unis, il est vendu 3.000 dollars. Il faut ajouter le prix de l'installation, la pose d'un onduleur pour convertir le courant continu en courant alternatif. Le prix de l'installation complète peut alors monter jusqu'à 7.000 dollars.

Pour que le Powerwall se démocratise dès aujourd'hui, il faudrait que le coût de l'électricité du système autonome sur l'ensemble de sa durée de vie soit comparable au coût de l'électricité sur le réseau.

Mais l'intérêt de cette batterie ne doit pas être analysé que sous l'angle de la rentabilité immédiate. Car elle permet notamment d'alimenter vos appareils, sans interruption, en cas de coupure du réseau. Elle pourrait également assurer l'autonomie énergétique des sites isolés, sans batterie au plomb et sans cuve au fioul. Par ailleurs, le coût de l'électricité devrait continuer à augmenter et le prix des batteries diminuer grâce à l'augmentation des volumes de production. De quoi rendre ces batteries domestiques de plus en plus compétitives. C'est notamment le défi de l'usine de Tesla Gigafactory dans le Nevada, siège de la production des Powerwall. Enfin pour lancer le marché, ces batteries pourraient bénéficier d'aides à l'achat, comme c'est le cas pour de nombreux produits permettant une meilleure efficacité énergétique ou ayant un intérêt environnemental certain.

## Des concurrents s'attaquent à ce marché

Preuve que le marché est prometteur, Schneider Electric et Mercedes-Benz ont récemment annoncé la commercialisation de batteries domestiques lithium-ion pour 2016. Comme chez Tesla, le prix de ces batteries devrait avoisiner les 500 dollars par kWh.

Composée de « lames » d'une capacité de base de 2 kWh, la batterie de l'industriel français, baptisée EcoBlade, est entièrement modulable. Plusieurs lames peuvent ainsi être additionnées pour s'adapter à différentes utilisations : batterie domestique mais également data-centers, immeubles, villages ou campus. Outre les pays développés, Schneider mise sur les pays émergents et en développement. Ces pays commencent à produire des énergies renouvelables, mais le réseau électrique y reste peu fiable. Le développement de batteries domestiques permettra d'y limiter les risques de coupures prolongées et aura des bénéfices environnementaux importants. La « *Energy Storage Home* » du groupe allemand est également modulaire : les clients pourront assembler jusqu'à huit modules de 2,5 kWh pour atteindre un total de 20 kWh.

Début février, Elon Musk a réagi à ces annonces en promettant une deuxième version du Powerwall pour juillet/août 2016. Pour le moment, on sait simplement qu'elle apportera « *un nouveau changement radical en termes de possibilités* ». Cette nouvelle version permettra-t-elle d'assurer un véritable retour sur investissement ? La guerre des prix est lancée.

Par **Matthieu Combe**, journaliste scientifique

21/04/2016

# TESLA : LA GIGA-USINE DU NEVADA EST OPÉRATIONNELLE

*Tesla prévoit de fabriquer 500 000 véhicules électriques par an à partir de 2018, c'est-à-dire dans deux ans. Pour répondre à cette demande, ainsi qu'à celle du marché du stockage de l'énergie photovoltaïque, le constructeur californien est en train de construire dans le Nevada une gigantesque usine de production de batteries.*

03/08/2016

Cette usine, la plus grande du monde, sera capable de stocker 93 Boeing 747. Et aussi 500 milliards de hamsters a indiqué avec humour Elon Musk. Un septième de la surface future de l'usine est déjà construite et dès à présent capable de produire des [batteries lithium](#). Cette mise en service a fait l'objet d'une inauguration par Elon Musk et Jeffrey Brian Straubel, dirigeants du groupe :

[embed]http://www.youtube.com/watch?v=U-Szj2qIYX8[/embed]

Tesla vient par ailleurs d'officialiser son rachat de SolarCity pour 2,6 milliards de dollars. L'ingénieur multimilliardaire Elon Musk détient à présent 21,1% de Tesla et 22,5% de SolarCity. [Les panneaux solaires](#) seront vendus dans les shops de Tesla. Les voitures de la gamme, [100% électriques](#), seront ainsi disponibles avec le matériel permettant leur recharge solaire.

La gamme Tesla (S et X) va bientôt s'enrichir de la modèle 3 (un véhicule grand public, à prix relativement abordable, dont plus d'un demi million d'unités ont déjà été réservées), formant ainsi le très marketing mot S3X, le 3 étant l'image du E dans un miroir.

Le groupe a aussi annoncé de nouveaux projets, dont un camion pour le fret et un bus.

**Olivier Daniélo**



# TESLA, TOITURES SOLAIRES ET NOUVEAUTÉS

*Le 28 octobre, Elon Musk a présenté le nouveau produit de Tesla, conçu en collaboration avec SolarCity, le leader des panneaux solaires photovoltaïques aux Etats-Unis. L'annonce a eu lieu au studio Universal à Los Angeles, dans un décor typiquement américain... le quartier pavillonnaire de la série Desperate Housewives. Le message est clair : cette solution s'adresse à tous les américains.*

Pour répondre au défi posé par le réchauffement climatique et alors que les émissions de gaz à effet de serre atteignent encore des records en 2016, Elon Musk insiste sur l'importance d'accélérer la transition vers les énergies renouvelables. La vision de Tesla repose ainsi désormais sur trois piliers : des toits solaire, des batteries domestiques et des véhicules électriques.

La grande annonce de cette conférence de presse était la commercialisation prochaine de toits solaires. Disponibles en plusieurs couleurs, ils s'adaptent aux différentes architectures et styles. « Le but est d'avoir des toits solaires qui sont plus beaux que des toits normaux, génèrent de l'électricité, durent plus longtemps, sont mieux isolés et coûtent moins chers », prévient Elon Musk. Pas de prix précis annoncés, mais simplement le fait qu'ils coûteront moins chers « qu'un toit normal plus le coût de l'électricité ». Les premières installations devraient commencer en 2017. Elon Musk espère rapidement capter 5% du marché des toits solaires.

## **Solarcity, un bon investissement ?**

Ce produit vise à justifier le projet de rachat de SolarCity par Tesla pour environ 2,6 milliards de dollars. Car les actionnaires semblent inquiets. Face à ce scepticisme, Elon Musk défend le projet. Sur son [blog](#), il a annoncé le 1er novembre que l'achat de SolarCity devrait ajouter plus d'un demi-milliard de dollars de liquidités dans les comptes

de Tesla sur les trois prochaines années et apporter près d'un milliard de dollars supplémentaires à son chiffre d'affaires en 2017.

Aux Etats-Unis, SolarCity fournit près d'un nouveau panneau solaire résidentiel sur trois et compte près de 300.000 clients. En rachetant l'entreprise, Tesla espère peser davantage dans ce marché qui génère 12 milliards de dollars rien qu'aux États-Unis. Sur les 5 prochaines années, Elon Musk estime que le marché devrait croître annuellement entre 15 et 20%. De quoi rapidement rentabiliser l'investissement. Il ne reste plus qu'à savoir si les actionnaires se laisseront convaincre. Ils doivent se prononcer sur ce rachat le 17 novembre prochain.

Elon Musk en a profité pour faire d'autres annonces. La production du Powerwall 2 débutera ce trimestre à la Gigafactory. Il sera proposé à 5.500 dollars, contre 3.000 dollars pour son prédécesseur mais aura « deux fois plus d'énergie ». La batterie sera capable de stocker jusqu'à 14 kilowattheures (kWh), contre 6,4 kWh pour la [version précédente](#). Elle pourra délivrer jusqu'à 5 kilowatts (kW) de puissance en continu et 7 kW en crête. Cette batterie stockera le surplus d'électricité produit par le toit ou des panneaux solaires la journée et l'électricité du réseau aux heures creuses, pour la délivrer la nuit ou lorsque l'électricité est plus chère.

Elon Musk a aussi annoncé le Powerpack 2, une batterie de 50 kW qui stocke 210 kWh. Le produit est modulaire : il est possible d'assembler plusieurs milliers de Powerpack 2. Tesla déploie d'ailleurs actuellement la plus grande station de stockage Lithium-ion au monde, grâce à ses Powerpack 2. Elle atteindra 20 mégawatts (MW) et 80 mégawattheures (MWh) pour le fournisseur d'électricité Southern California Edison. Par ailleurs, 52 MWh sont prévus pour la coopéra-

tive électrique hawaïenne Kauai Island Utility.

**Par Matthieu Combe, journaliste scientifique**

02/11/2016

# A HAWAÏ L'EAU CHAUDE SERT À STOCKER L'ÉLECTRICITÉ SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE. ELON MUSK INSPIRE LES GÉANTS FRANÇAIS ENGIE ET EDF EN.

« *Smart Energy Home* » : le champion américain du solaire résidentiel, SolarCity, vient de lancer une offre portant sur un panel synergique : panneaux solaires PV + batterie Tesla Energy + chauffe-eau électrique intelligent + thermostat Nest. Le tout contrôlé par un gateway optimisateur.

Dans son rapport de prospective sur le thème d'une France 100% renouvelable à horizon 2050, l'ADEME a retenu les ballons d'eau chaude comme l'un des outils de modulation de la demande contribuant à l'intégration de très hauts niveaux d'énergies renouvelables fluctuantes. Ceci aux côtés des batteries des véhicules électriques.

« L'intégralité du chauffage des ballons d'eau chaude sanitaire (chauffe-eau) du secteur résidentiel est supposé pilotable au sein d'une journée, ce qui représente 7 TWh annuels, avec une pointe à 3 GW » souligne le rapport (page 32). Le potentiel est donc vraiment colossal. Il existe déjà en France « une programmation statique de la consommation d'eau chaude sanitaire, sous la forme d'un système d'heures creuses et pleines » ajoutent les co-auteurs.

Ce gisement n'a bien sûr pas échappé aux stratégies californiens de SolarCity et de Tesla Energy, entreprises fondées par le serial entrepreneur et multimilliardaire Elon Musk. Aux USA la rumeur court : tout ce que touche cet ingénieur devenu légendaire, également à l'origine de PayPal et de SpaceX, se transforme en or.

**Réinventer l'eau chaude**

Avec la nouvelle offre de SolarCity révélée le 24 février 2016, plus besoin d'installer des capteurs solaires thermiques sur les toits pour chauffer l'eau. Le solaire PV fait tout ! D'une pierre deux coups. Cet écosystème particulièrement judicieux permet au solaire PV en toiture de charger la batterie stationnaire de la maison, et aussi éventuellement celles des véhicules électriques du foyer : trottinette, skate, vélo, voiture. Puis de chauffer l'eau par simple effet Joule. Le ballon d'eau chaude est un système de stockage de l'énergie électro-solaire sous forme thermique. Les centrales thermodynamiques à concentration peuvent elles aussi stocker la chaleur dans l'équivalent de grands thermos à café, mais remplis de sels fondus.

Les systèmes de climatisation / chauffage sont également modulables. SolarCity a intégré le « Nest Learning Thermostat™ » à son offre. « Baissez la température en allant vous coucher. Nest prend note et commence à mémoriser vos horaires. 20 °C l'après-midi, 18 °C la nuit. C'est réglé. Un réveil tout chaud. Si vous avez monté la température plusieurs jours de suite, Nest comprend que 20 °C est l'atmosphère idéale pour prendre votre petit déjeuner. Désormais, il chauffera la maison dès que vous vous réveillerez » explique le site officiel de Nest (en français), une compagnie basée à Palo Alto en Californie.

L'ensemble de l'offre éco-technologique proposée par SolarCity a vocation à fournir une réponse intelligente

en fonction de l'énergie solaire disponible. Les maisons sont alors en symbiose avec leur environnement météorologique. Les solutions informatiques high-tech sont ainsi mises au service des énergies vraiment durables. L'éco-intelligence numérique permet de s'adapter à la variabilité naturelle des ressources solaires et de la demande des consommateurs. Le consommateur peut suivre en direct depuis son smartphone l'évolution de l'écosystème énergétique de sa maison.

Une batterie ayant environ 6 heures d'autonomie est classiquement suffisante pour la gestion journalière (intra-day) du solaire PV. Un back-up thermique via les microgrids locales des îles hawaïennes permet de venir en secours pour les rares longues périodes sans soleil.

Point très important dans une perspective de développement vraiment durable, le coût énergétique d'une batterie lithium (stockage électro-chimique) impacte de manière marginale, de l'ordre de -10%, le taux de retour énergétique (EROI) d'un système photovoltaïque. C'est ce qu'explique avec pédagogie le rapport (2015) de la Fondation Nicolas Hulot sur le solaire + stockage.

### **Eco-éthique : Elon Musk inspire les géants français de l'énergie**

Parallèlement à la diffusion de la solution « Smart Energy Home » SolarCity [va également expérimenter](#) une microgrid solaire sur une île hawaïenne de 66.000 habitants, Garden Island, « l'île jardin », appelée aussi Kaua'i. Avec une centrale PV de 12 MW couplée à une batterie de 52 MWh (13 MW x 4 heures). Le tout sous la houlette de la [Kaua'i Island Utility Cooperative](#), un modèle de démocratie énergétique participative.

L'île de Kaua'i a une surface de 1430 km<sup>2</sup> et une densité de population de 45 habitants au km<sup>2</sup> contre 112 en France. 91% de l'électricité de l'île provenait de générateurs diesel et 9% de la micro hydroélectricité en 2009. En 2015 la part du diesel a été réduite à 62%, les 38% restants étant partagés entre la micro-hydroélectricité (9%), la bioélectricité

(12%) et le solaire PV (17%). Objectif pour 2023 : 50% de renouvelables. Et 100% en 2050. En janvier 2016 un maximum de 77% de solaire PV pendant 61 minutes a été réalisé sur cette île, ce qui constitue un record à l'échelle de l'ensemble des USA. Le réseau électrique de l'île a très bien supporté ces 77%.

La dynamique Tesla / SolarCity semble inspirer des acteurs français : Engie Ineo (ex Cofely Ineo) présidé par Yann Rolland a inauguré fin 2015 une « SmartGrid Solaire » à Alata en Corse (vidéo ci-dessous) : un parc PV de 4,4 MW, où des chèvres viennent s'abriter des puissants rayons solaires inondant l'île de beauté, couplé à une batterie dont la capacité de stockage est de 4,3 MWh. Le tout géré par un système digital. « *La solution de stockage et de gestion intelligente de l'énergie a été conçue par Cofely Ineo sous la marque GridPow'ER* » précise Engie.

Les batteries sont placées dans des conteneurs climatisés. Ces conteneurs, chargés de panneaux solaires et de batteries, en kit, peuvent être transportés facilement par voie maritime. La pollinisation solaire du monde entier depuis la France peut alors opérer.

[embed]<https://www.youtube.com/watch?v=R6llhvBMJSY/>[embed]

ENGIE est à l'origine de la création de [Terawatt initiative](#), une réponse au lancement de l'Alliance Solaire Internationale (ISA) par le Premier ministre indien Narendra Modi.

Isabelle Kocher souligne la pertinence de l'approche micro-grid pour un pays comme l'Indonésie qui est constitué de plus de 17.000 îles et peuplé de 250 millions d'habitants. De nombreux villages isolés africains, indiens et sud-américains (Amazonie, Andes) constituent eux aussi des îles virtuelles.

La chercheuse américaine Yan Xu, du laboratoire national d'Oak Ridge (Tennessee) utilise le mot "[islanding](#)" pour décrire cette approche visant la résilience locale des communautés. Soit exactement la philosophie [Swaraj](#) de Gandhi, résistant face au colonisateur britannique et père de l'indépendance indienne. Swa- « par soi-même », raj-,

« gouvernement ». Pouvoir devenir le maître de son destin énergétique est le signe d'une démocratie en bonne santé. « La vie sera un cercle dont le centre sera les individus » disait Gandhi. « C'est swaraj quand nous apprenons à nous contrôler par nous-mêmes. »

Dans le cadre d'un entretien publié le 7 mars 2016 et mené par les journalistes Sandrine Bajos et Hélène Haus, la CEO d'Engie, Isabelle Kocher, a expliqué dans [Le Parisien](#) la révolution stratégique en cours au sein du géant français de l'énergie : « pour mener à bien cette transformation, nous allons vendre 15 Mds€ d'actifs et développer les activités d'avenir, comme les renouvelables couplées avec du stockage et du digital. Les énergies renouvelables sont intermittentes, elles nécessitent donc d'être stockées. Et dans ce domaine, le digital a un rôle à jouer. » Engie va par ailleurs injecter 1,5 Mds€ pour le développement des nouvelles technologies solaires dans les trois années à venir.

Engie (ex-GDF-Suez) a changé de nom, mais pas que. Le nouveau slogan du groupe est : « le solaire éclaire maintenant le jour et la nuit ». Un pied de nez à la vieille rengaine des solaro-sceptiques. Pire, Isabelle Kocher, ingénieur des Mines, ose affirmer ceci : « l'avenir de notre groupe n'est ni dans le pétrole, ni dans le nucléaire, ni dans le gaz de schiste. Nous redessinent l'ensemble de notre portefeuille. » Une touche féminine au dossier énergétique, diffusée précisément le 8 mars, journée internationale de la Femme.

Isabelle Kocher, 49 ans, sera nommée, le 3 mai 2016, CEO (directrice générale) de ce mastodonte du CAC 40 qui compte plus de 150.000 salariés. Mère de 5 enfants Isabelle Kocher a tenu le 30 novembre 2015 sur [BFM TV](#), dans le cadre d'une interview animée par Stéphane Soumier sur le thème de l'avenir solaire, des propos d'une importance cruciale pour l'avenir de notre pays : « pour nous lever le matin nous avons besoin d'une bonne raison. Nous avons besoin de sens. Nous avons besoin de sentir que ce nous faisons tous les jours est utile ». Dans le contexte de la montée de la violence et de l'état d'urgence Isabelle Kocher

a ajouté : « Tous ces jeunes qui n'ont pas de racines, à qui on n'a offert ni vision ni espoir, ça doit nous interpellier. Les politiques sont en panne de projet à proposer, et ce n'est pas propre à la France. L'entreprise a son rôle à jouer ».

« Elon Musk n'en finit pas de faire des émules » remarque Manuel Moragues. Ce journaliste scientifique a révélé dès le 24 février 2016 dans [l'Usine Nouvelle](#) un projet particulièrement intéressant : « Interrogé sur son appréciation du potentiel du stockage résidentiel, le dirigeant (Antoine Cahuzac, Directeur Général, ndr) a annoncé qu'EDF EN lancerait "dès cette année" un système couplant photovoltaïque et batteries pour le résidentiel ».

Une information confirmée le 8 mars 2016 par le [blog spécialisé Tecsol](#) fondé par l'ingénieur André Joffre : « conformément à ce qu'a annoncé Antoine Cahuzac, une offre pour les particuliers combinant solaire et stockage sera effectivement proposée d'ici cet été en France. L'entité qui proposera ces offres aux particuliers dans le solaire sera EDF ENR Solaire ».

En Allemagne le nombre de raccordements de systèmes solaires PV + stockage batterie a dépassé les ventes de voitures électriques durant l'année 2015 souligne le site spécialisé [PV-magazine.com](#). Avec par exemple le système [BPT-S 5 Hybrid](#) mis au point par Bosch le niveau d'autonomie d'une maison de 4 personnes peut dépasser les 75% en Allemagne, ceci à l'échelle annuelle. L'entreprise bavaroise Sonnen GmbH (SonnenBatterie) a livré sa 10.000ème batterie début 2016 et s'intéresse à présent au marché américain.

Le marché australien s'annonce également très prometteur, pays où les incendies de végétation détruisent les lignes électriques lors des grandes périodes de sécheresse et où l'habitat est très dispersé, ce qui rend particulièrement coûteux le transport de l'électricité.

Elon Musk estime qu'il suffirait de 160 millions de Power-Packs Tesla pour alimenter totalement les Etats-Unis en électricité avec le solaire PV, et 2 milliards à l'échelle de la planète. Le MIT a montré qu'il n'y a aucun facteur limitant, ni surfacique, ni en matières premières, pour atteindre cet

objectif.

La compétition s'intensifie : selon The Guardian (UK) et Le Temps (Suisse) ARPA-E, un laboratoire du Département à l'énergie du gouvernement américain, aurait mis au point [une batterie révolutionnaire](#) de technologie «flow cell», grillant la priorité à Elon Musk.

#### « » (The Rolling Stones)

Au Pérou, Engie, via sa filiale SolaireDirect, vient de signer [un contrat solaire PV](#) à 4,4 c€/kWh (48,5 \$/MWh). Dans le sud de la France le grand solaire PV au sol est dès aujourd'hui à 7-8 c€/kWh. Soit presque deux fois moins que le nouveau nucléaire, qui lui pose beaucoup de soucis à EDF et à l'état français. Et qui en outre repose sur une ressource très rare, l'uranium 235. La révolution stratégique entreprise par Engie est particulièrement pertinente sur le plan économique et donc social.

Selon Isabelle Kocher « *le solaire est une solution très puissante, et à l'échelle de la planète* » (BFM). Et cette dirigeante visionnaire ajoute dans Le Parisien : « *le solaire va totalement transformer notre monde. Non seulement, son gisement est quasi illimité, mais en plus, il devient économiquement — et donc financièrement — rentable à exploiter* ».

**Olivier Daniélo**

14/03/2016



# BATTERIES LITHIUM : TESLA DEVRA AFFRONTER UNE TRÈS FORTE CONCURRENCE

*Tesla envisage de faire passer sa capacité de production de batteries à 35 GWh par an dès 2020. La puissante dynamique lancée par ce californien spécialiste de la voiture électrique haute qualité fait des émules. En effet, si la courbe de déclin du coût des batteries continue de suivre celle des panneaux photovoltaïques, c'est alors une véritable révolution du solaire en bouteille qui se profile à l'horizon.*

Le géant Byd, appuyé par le milliardaire américain Warren Buffett, envisage de produire 34 GWh/an dès 2020. Et un autre groupe chinois, Contemporary Amperex Technology (CATL) annonce de son côté 26 GWh/an à cet horizon. Ce qui fait un total de 60 GWh rien que pour ces deux acteurs de l'empire du milieu.

En ajoutant 35 GWh/an en provenance d'autres acteurs, la capacité mondiale de production pourrait ainsi atteindre 130 GWh par an dans 4 ans estime l'agence Bloomberg New Energy Finance, parlant d'un véritable « assaut » dans une note dont [fait écho](#) la MIT Technology Review. Bloomberg s'appuie notamment sur des données et analyses provenant des constructeurs ainsi que de Bank of America et de Merrill Lynch Global research.

Le coréen Samsung va construire une grosse usine en Hongrie et LG veut s'installer en Pologne. « *Le vieux projet d'usine française, à Flins, pour alimenter les voitures Renault, paraît bien loin* » remarque Les Echos. Ségolène Royal, Ministre de l'écologie, a annoncé qu'elle souhaite que Tesla construise une usine de batteries sur le site nucléaire de Fessenheim en Alsace. Cette annonce sera-t-elle concrétisée ou est-ce uniquement une banderole médiatisée à finalité électorale ?

Le président de Volkswagen, Matthias Müller, a indiqué fin août 2016 qu'il étudie la chaîne de production des batteries et qu'il se prononcera à la fin de l'année. « *Le groupe allemand réfléchit aux étapes de la production qu'il pourrait réaliser (approvisionnement en matières premières, production, assemblage en batteries, etc.)* » [rapporte](#) le Comité des Constructeurs Français d'Automobiles. Volkswagen cherche notamment à se libérer de l'image déplorable résultant de la fraude sur les tests des émissions polluantes émanant des véhicules diesel.

Le géant allemand envisage de produire en masse des [véhicules électriques](#) avec une autonomie comparable à celle des véhicules Tesla, notamment [une Golf](#) 100% électrique permettant de réaliser 500 km et capable de faire le plein d'électrons en 15 minutes.

## Les batteries recyclables, un énorme gisement

Les batteries Tesla [nouvelle génération](#) sont de 100 kWh, ce qui offre une autonomie de 600 km en condition d'usage standard. Bloomberg indique que les pionniers de la voiture électrique ont un avantage : les batteries de la première génération vont pouvoir être recyclées pour en produire de nouvelles. 5 GWh de batteries recyclées arriveront sur le marché en 2020 selon l'analyste Claire Curry. Et 29 GWh dès 2025.

Un cercle vertueux et véritablement durable se mettra alors en place. La giga-usine Tesla dans le Nevada, dont une partie a été inaugurée en juillet 2016, intègre précisément un volet recyclage. Contrairement au pétrole qui une fois brûlé n'est pas recyclable, « *chaque batterie est une [mine de lithium concentré](#)* » a souligné le multi-entrepreneur à succès Elon Musk. Tesla va devenir maître de l'ensemble



de la chaîne de valeur du stockage, de A à Z.

### **Un stockage aussi bon marché qu'avec les très grands barrages hydrauliques dès 2030**

L'analyste Julia Attwood estime que le coût des batteries Lithium va s'effondrer de 14% pour chaque doublement de production dans les années à venir. Sur cette base, alors qu'elles coûtaient 384 dollars le kWh en 2015 elles tomberont à 182 dollars en 2025 et à 126 dollars en 2030.

Ces batteries alimenteront tout autant le marché du stockage embarqué que celui du stockage stationnaire. La demande en batteries pour ce second marché est très forte, notamment en Australie, à Hawaï et en Allemagne.

Quoi qu'il advienne pour Tesla, pionnier de l'utilisation des batteries lithium pour les applications automobiles, l'américain a réussi son pari : faire sortir la voiture électrique de son image de voiturette de golf au style « pot de yaourt ». Et, à l'inverse, l'associer à performance, design et durabilité.

***Olivier Daniélo***

09/09/2016

# QUAND LE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE DEVIENT SEXY : LES ARDOISES FRANÇAISES CLONÉES PAR TESLA

*La technologie du « Computational Hydrographic Printing » va-t-elle révolutionner le monde de l'énergie ? La fusion de SolarCity et de Tesla (une opération à 2,6 milliards de dollars) vient d'être approuvée par les actionnaires le 17 novembre 2016 : les splendides toitures solaires présentées par Elon Musk vont bel et bien être commercialisées. Dès l'été 2017. Une innovation au potentiel véritablement disruptif.*

Avec 84,5 millions de visiteurs internationaux en 2015, dont 2 millions de Chinois, la France est la première destination touristique du monde, devant les USA et l'Espagne. De la baie du Mont-Saint-Michel jusqu'à la Côte d'Azur la diversité paysagère de la Gaule est attractive.

Dans un pays fier de son parc de centrales nucléaires, fleuron industriel national, le solaire et l'éolien sont souvent critiqués, parfois avec violence et y compris par d'anciens présidents de la République, pour leur impact paysager. Des projets photovoltaïques sont interdits par les architectes des bâtiments de France (ABF) dans de nombreuses villes françaises aux somptueux patrimoines architecturaux, empêchant ainsi de riches propriétaires fonciers d'épanouir leurs désirs écologiques.

Cette situation conflictuelle a poussé certaines entreprises à imaginer des solutions de camouflage aux bilans énergétiques douteux, comme par exemple les « arbres à vent » urbains et les « routes solaires » dont [l'ardoise est particulièrement salée](#) pour les contribuables. Le porte-parole de

l'association négaWatt, Thierry Salomon, estime qu'il s'agit de « miroirs aux alouettes énergétiques ».

Mais s'il devenait possible d'être parfaitement intégré dans le paysage sans trop perdre d'efficacité sur le plan énergétique ? Voire même sans en perdre du tout ? L'ingénieur multimilliardaire Elon Musk a, de nouveau, fait preuve de « l'esprit de pionnier » prôné par le psychothérapeute suisse Bertrand Piccard, initiateur du projet « Solar Impulse », un avion qui a fait le tour du monde sans brûler une seule goutte de carburant fossile. Ils ne savaient pas que c'était impossible, alors ils l'ont fait.

« Notre proposition de base sera : voulez-vous un toit qui a un meilleur aspect qu'un toit classique, qui a une durée de vie deux fois supérieure, qui coûte moins cher et qui, en outre, produit de l'électricité ? » a déclaré Elon Musk le sourire aux lèvres et les yeux rayonnant d'enthousiasme lucide. Alors « pourquoi iriez-vous voir ailleurs ? ».

Tesla part d'un constat simple : les ardoises françaises et les tuiles toscanes sont aujourd'hui particulièrement lourdes et volumineuses. Une partie substantielle de leur coût est lié au transport. Le poids élevé conduit à faire appel à des charpentes très robustes, et donc coûteuses. Une partie des ardoises et des tuiles sont de plus cassées lors de leur manipulation. « L'ensemble de la chaîne est terriblement inefficace » a déclaré Elon Musk. « Jusqu'à présent, les toits ont manqué d'amour » a-t-il ajouté. Ils ont peu suscité l'attention.

## Scotch, post-it et tuileries solaires

Selon Elon Musk les ardoises solaires sont 3 à 5 fois plus

légères que les ardoises naturelles. En quoi consiste l'innovation de Tesla ? Recouvrir les minces cellules photovoltaïques d'une couche camouflante très fine obtenue par la technologie du [computational hydrographic printing](#). Ceci dans le cadre d'une collaboration avec le conglomérat américain 3M connu du grand public pour les marques emblématiques Scotch et Post-it.

Tesla a présenté son concept aux experts de 3M et ces derniers ont été capables de répondre à la demande « *tout à fait rapidement* » a déclaré au magazine [Fortune](#) le scientifique Andrew Ouderkirk, membre de l'académie nationale américaine d'ingénierie. Le résultat est vraiment bluffant (des photos sont disponibles [ICI](#)). Selon Victoria Hydrographics, une entreprise canadienne spécialisée basée en Colombie britannique, « *le produit final est incroyable, et il s'agira probablement du premier produit obtenu par les technologies hydrographiques délivré en masse* ».

Elon Musk est étonné. « *Je ne sais pas pourquoi personne ne l'a fait avant* » s'est-il exclamé à l'occasion d'une séance Q&A ([Vidéo](#)) qui a suivi [l'annonce](#) de la fusion Tesla-SolarCity auprès des actionnaires le 17 novembre 2016. « *Ce n'est pas si difficile que ça !* » (« *It's not that crazy hard ! So...beat me* »). Cet ingénieur estime qu'aucune entreprise concurrente s'étant aventurée dans le domaine des toitures solaires n'a jusqu'à présent été capable de faire le travail « *proprement* » et jusqu'au bout.

Quand l'ardoise solaire Tesla posée sur un toit est vue depuis le sol, des « *micro-persiennes* » intégrées au microfilm offrent la couleur et l'aspect de l'ardoise. « *C'est comme un store vénitien* » souligne Andrew Ouderkirk expliquant que cela marche comme les filtres d'ordinateurs privés conçus pour empêcher que les voisins puissent voir ce qu'il y a à l'écran. Les micro-persiennes (« *micro-louvers* ») sont constituées de matière plastique à haute durabilité. 3M fabrique dès à présent de nombreux films solaires dans une perspective d'optimisation de la résistance ou de la flexibilité.

### Elon Musk aime les ardoises françaises

« *Le toit de ma maison est à base d'ardoises françaises,*

*c'est l'un des styles de couverture que je voulais réaliser* » a expliqué Elon Musk. Pari réussi. Chaque ardoise Tesla est unique, son motif est généré par ordinateur. Un caméléon solaire.

Une forme de « géomimétisme », par analogie au biomimétisme. « *Si à Toulouse ils veulent des panneaux solaires roses, et bien ils auront des panneaux roses !* » s'exclame l'ingénieur André Joffre du bureau d'étude Tecsol. « *Il n'y a pas de facteur matériel limitant à la production des cellules PV. Et le prix de l'énergie, grâce au solaire PV, va se rapprocher de zéro* » ajoute ce spécialiste. En fait l'approche Tesla permettra d'imiter la plupart des styles de toitures du monde. Peut-être même celui du château de Versailles. Louis XIV, dit le « *Roi Soleil* », en aurait été, n'en doutons point, honoré.

Un premier style de toiture Tesla sera disponible dès l'été 2017, celui qui sera le plus demandé par les consommateurs. Puis trois autres seront commercialisés tous les trois mois qui suivront : « *Tuscan* », « *Slate* », « *Textured* » et « *Smooth* ». Il est possible que le style toscan, très apprécié en Californie, soit le premier commercialisé.

La couche additionnelle « *ardoise-mimétique* » interfère bien entendu avec une partie de la lumière solaire incidente. Mais Tesla annonce une perte de rendement de seulement -2% comparativement au solaire standard. Ce chiffre devra bien entendu être validé par des experts indépendants mais Tesla n'a pas l'habitude de raconter des bobards sur le plan technologique. C'est une entreprise très sérieuse en matière de développement durable, elle veut vraiment changer le monde de l'énergie. Encore mieux, Tesla pense que cette perte de -2% pourrait être annulée dans le futur en utilisant la couche additionnelle comme une épaisseur de photons. Transformer un léger handicap en un avantage.

Tesla ajoute à son ardoise high-tech une autre couche protectrice à base de verre ultra-résistant ([animation](#)). Selon Elon Musk, avec ce verre la durée de vie de la toiture d'une maison sera supérieure à celle de la maison elle-même. Une nouvelle division spécialisée dans le verre a d'ailleurs été créée au sein de Tesla et une option de toit

entièrement en verre sera proposée pour les voitures électriques du groupe.

Il est possible qu'une couche inférieure isolante soit ajoutée à l'ardoise solaire de Tesla (Elon Musk a fait écho de propriétés isolantes), permettant alors d'éviter de payer des ouvriers pour réaliser des travaux d'isolation (pose de laine de verre etc.), d'où un nouveau gain économique.

Certains experts, comme par exemple Barry Cinnamon de GreenTech Media, pensent que les ardoises et tuiles solaires Tesla seront commercialisées pré-assemblées (et pré-câblées) en modules d'une surface comparable (ou supérieure) aux modules PV standards. Un pré-assemblage probablement automatisé par robots. Cela conduira mécaniquement à un temps de pose écourté et donc à un coût de main d'œuvre « couvreur solaire » réduit d'autant.

SolarCity ouvrira dès l'année prochaine à Buffalo, tout près des chutes du Niagara, une gigantesque usine de production de cellules PV à haute efficacité (22 à 24%) de technologie Silevo. Le groupe estime pouvoir délivrer l'ensemble (cellules PV + couche camouflante + verre protecteur) pour un coût de 0,4 dollars le Watt dans un futur proche, par effet d'échelle. Soit 72 dollars le mètre-carré dans l'hypothèse d'une densité de puissance de 180 W/m<sup>2</sup>. Le verre, c'est du sable, et « *le sable c'est très bon marché* » a souligné Elon Musk. La technologie de *Computational Hydrographic Printing* est également peu onéreuse.

Selon le site [Travaux.Mondevis.com](http://Travaux.Mondevis.com), « *une toiture en ardoise naturelle a un prix compris entre 100 € et 140 € le mètre carré* ». Cela monte même parfois au-delà de 160 €. Le prix des ardoises synthétiques est en revanche deux fois inférieur (50 à 70€). Pour les tuiles en argile la gamme s'étend entre 25 et 40 €. Une toiture végétalisée peut coûter plus de 200 €. Le tarif horaire d'un couvreur professionnel pour les travaux de pose est compris entre 60 et 110 euros en moyenne. Enfin le coût d'une toiture complète est estimé à 200-300 euros le mètre-carré en France. Il y a donc de la marge.

« *Je sors d'une réunion avec l'équipe d'ingénierie de SolarCity. A ce stade je ne peux pas révéler tous les secrets mais*

*il s'avère que c'est prometteur : le toit solaire Tesla aura le même prix, voire même à un prix légèrement inférieur à celui d'un toit classique* » a déclaré Elon Musk, ce qui a stupéfait les analystes. Et ceci sans prendre en compte la valeur de la production électrique, qui sera « *un bonus* ». La batterie Powerwall 2 de Tesla intègre un onduleur.

L'expression "toit classique" peut prêter à confusion. Il s'agit manifestement d'un toit revêtu d'ardoises naturelles, autrement dit une toiture luxueuse. Tout comme Tesla s'est dans un premier temps focalisé sur les voitures électriques haut de gamme (Roadster, Model S et X), puis dans un deuxième temps sur un produit davantage grand public (Model 3), la très innovante entreprise californienne procède de la même manière avec les toitures solaires. C'est la meilleure façon de lancer un marché puis de baisser peu à peu les prix et ainsi démocratiser le produit.

#### **Une beauté inespérée au potentiel français véritablement colossal**

« *Personne n'avait vu venir ces toits Tesla* » a déclaré Tom Randal de l'agence Bloomberg résumant l'offre Tesla synergique par la formule : « *Sexy Solar, Massive Batteries and Fast Cars* ». Elon Musk a présenté ([vidéo](#)) ses toits solaires à Hollywood, utilisant les décors de « *Desperate Housewives* » (« *Beautés désespérées* » au Québec). En déclarant lors d'un dîner de gala à la Maison-Blanche « *I am a desperate housewife* », Laura Bush a assuré le succès de cette série aux 180 épisodes signée Marc Cherry.

L'ADEME a estimé à plus de 400 TWh le potentiel du solaire en toiture en France. Auquel on peut ajouter un potentiel presque équivalent pour les ombrières solaires de parking. L'enquête Teruti 2004 a révélé que la France dispose de 3590 kilomètres carrés (un tiers de million d'hectares) de parkings nus. Les ombrières peuvent bien entendu être réalisées avec des ardoises ou des tuiles solaires. La demande électrique française totale est de 500 TWh et l'université Stanford estime qu'un peu moins du triple de cette valeur sera suffisant pour répondre à la totalité de la demande énergétique de 2050 en France (y compris transport et chauffage) dans le cadre d'un mix 100% Wind

*Water Sun* intrinsèquement efficient.

### Design, performance et écologie ne sont pas incompatibles

L'alliance Renault-BetterPlace avait comme objectif de rendre d'emblée la voiture électrique accessible aux masses. En sacrifiant l'autonomie (160 km) et en louant la batterie pour faire baisser le prix d'appel de la voiture. BetterPlace a fait faillite.

La stratégie de Tesla a été à l'inverse de viser dans un premier temps le segment luxe de l'automobile électrique, sans sacrifier l'autonomie. La Roadster, la Model S et la Model X sont trois succès époustouflants. La Model S P100D est la plus puissante du monde, elle passe de 0 à 100 km/h **en 2,4 secondes** et dispose d'une autonomie de 613 kilomètres. Avec une voiture de sport sexy et hyperpuissante, la Roadster, l'objectif de Tesla était de faire sortir la voiture électrique de l'image de voiturette de golf, autrement dit de pot de yaourt, qui lui collait à la carrosserie. Dans un second temps, grâce à la baisse des coûts obtenue durant la première phase, Tesla va commercialiser la Tesla 3 à un prix de base de 35 000 dollars, soit deux fois moins que celui la Model S. La mission que s'est donnée l'équipe Tesla n'est pas de produire des voitures de luxe mais d'accélérer l'électrification du parc automobile mondial.

Elon Musk a adopté la même approche avec les batteries. Elles étaient vilaines, encombrantes et coûteuses. Il les a rendues très design, les a accrochées aux murs des maisons et a baissé massivement leurs prix. C'est le concept de Powerwall (« mur électrique »). Le Powerwall 2 intègre un onduleur, sa capacité de stockage est de 14 kWh et il ne coûte que 6500 dollars (dont 1000 \$ de frais d'installation et divers). Soit 464 dollars par kWh de stockage, onduleur et installation comprise (**393 \$** sans l'installation). **Aucun concurrent** ne propose des prix aussi bas. La batterie sud-coréenne « RESU » de LG Chem coûte **923 \$/kWh** (sans l'onduleur et hors installation). Et la batterie allemande « éco compact » de SonnenBatterie coûte **1488 \$/kWh** (sans l'onduleur et hors installation), soit trois fois plus. Le

**Powerwall 1** présenté au printemps 2015 avait une capacité de stockage de 7 kWh et coûtait 500 dollars par kWh, installation comprise mais sans onduleur. L'intégration de l'onduleur dans la batterie elle-même permet de simplifier l'installation et aussi de faire taire les critiques qui avaient émergé il y a un an.

La commercialisation du Powerwall 2 commencera dès le printemps 2017 en France. Tesla estime avec l'appli disponible sur la page [www.tesla.com/fr\\_FR/powerwall](http://www.tesla.com/fr_FR/powerwall) qu'en France métropolitaine une maison équipée de 2 chambres et consommant 10 kWh par jour requiert un seul Powerwall 2 (14 kWh) et que couplé à une toiture solaire de 2 kW le niveau d'indépendance énergétique est alors de 59%. De 83% avec 3 kW, de 96% avec 4 kW et de 100% avec 5 kW. Sans batterie il est difficile de dépasser le niveau des 30%.

A Hawaï Tesla et SolarCity construisent actuellement un parc solaire de 12 MW couplé à un ensemble de batteries Tesla totalisant une capacité de stockage de 52 MWh. 13 MW x 4 heures. Les Powerpacks de seconde génération ont une capacité de stockage de 200 kWh l'unité. Ils permettront à **l'île de Kauai** d'augmenter son niveau d'autonomie énergétique : 50% dès 2023, 100% en 2045.

Après les voitures électriques et les batteries stationnaires Elon Musk veut à présent rendre le solaire lui aussi sexy. Le consommateur veut en effet des produits plus performants, plus beaux, plus excitants et aussi aux prix plus attractifs. Si l'on veut vraiment protéger l'environnement alors il faut tenir compte de la psychologie humaine et des lois du marché, et ne surtout pas chercher à aller contre elles. Sinon, échec garanti. Il convient donc d'être extrêmement innovant, voir grand (facteur d'échelle) et donc avoir une grande confiance en soi afin que le coût des produits écologiques devienne inférieur à celui des produits polluants, sans sacrifier ni la performance, ni le design. C'est la grande leçon de l'écologie pragmatique *made in America*.

Dans le documentaire « *Before The Flood* » (Avant le déluge) diffusé gratuitement par National Geographic, Leonardo Di Caprio rend visite à Elon Musk au cœur d'une usine Tesla

remplie de robots et celui-ci [lui explique](#) que 100 GigaFactories suffiront pour que le monde entier passe au 100% renouvelable. Elon Musk est l'un des écologistes les plus efficaces au monde face aux crises environnementales et sanitaires que nous affrontons. La fondation Leonardo Di Caprio soutient notamment *The Solution Project* de l'université Stanford et de l'Université de Californie à Davis. Autrement dit le plan 100% *Wind Water Sun* proposé par le professeur Mark Jacobson et ses collègues.

Elon Musk [vient d'annoncer](#) que Tesla proposera une option « *toit solaire* » pour ses modèles de voitures à la fois électriques et 100% autonomes dans le futur. Les routes deviendront ainsi solaires. « *Tourne ton visage vers le soleil et tu laisseras l'ombre derrière toi* » dit un proverbe Maori (Nouvelle-Zélande). Tesla, à l'occasion du rachat de la société allemande Grohman Engineering, a annoncé souhaiter construire une [Gigafactory 2](#) en Europe capable de produire à la fois des batteries et des Tesla Model 3.

### **Solar Electric Economy**

L'approche « *Solar Electric Economy* », selon les propres mots d'Elon Musk, constitue une clé dans une perspective d'efficacité et donc de durabilité. Patrick Pouyanné, PDG de Total qui va couvrir [5000 de ses stations-services](#) de panneaux solaires, l'a bien compris : « *le futur de l'énergie, c'est l'électricité* ». Tout comme Isabelle Kocher, CEO d'Engie : « *notre génération doit agir maintenant pour faire du Soleil le futur de notre Terre* » a déclaré cette ingénieure lors de la COP22 à Marrakech.

« *Make America great again* ». Tel était le slogan de campagne de Donald Trump aux USA. Lors du lancement de [l'alliance mondiale des technologies propres](#) dans le cadre de la COP22 Bertrand Piccard a lancé cette invitation : « *Si vous voulez qu'un pays devienne de nouveau grand, vous pouvez le faire avec des technologies propres et efficaces* ». A bon entendeur.

**Olivier Daniélo**

21/11/2016



# 13,9 CENTS LE KWH : UNE ÎLE DU PACIFIQUE SE LIBÈRE DU PÉTROLE GRÂCE AU SOLAIRE EN BOUTEILLE DE TESLA

*L'alliance Tesla-SolarCity a installé sur une île des Samoa américaines, à l'est des Fidji, un parc solaire de 1,4 MW assisté de 60 batteries Powerpack de 0,1 MWh l'unité. Ce système permettra à cette île volcanique de devenir presque 100% solaire.*

Ce qui est frappant avec le parc photovoltaïque de l'île de Ta'u, c'est son empreinte surfacique vraiment minuscule. Moins de 0,15 km<sup>2</sup>, sur une île qui fait 44 km<sup>2</sup>, soit 0,34%. L'île comptait 790 habitants en 2010 ce qui correspond à 18 habitants au kilomètre carré. Si la densité de population de Ta'u devenait égale à celle de la France, serait-il possible de répondre à sa demande électrique avec le solaire ? La réponse est oui, il suffirait de multiplier par un facteur 2,5 la longueur et la largeur de la centrale solaire actuelle.

Chacune des 36.000 communes qui composent la France peut être considérée comme une île. La chercheuse américaine Yan Xu, du laboratoire national d'Oak Ridge (Tennessee) utilise le mot « islanding » pour décrire l'approche visant la résilience locale des communautés grâce à des microgrids.

Le coût du kWh solaire + stockage batterie Tesla est de seulement 13,9 cents le kWh sur l'île de Ta'u rapporte le magazine [Fortune](#) (13,1 centime d'euro). Autrement dit le solaire disponible 24 heures sur 24 a sur l'île de Ta'u un coût équivalent à celui du nouveau nucléaire EPR ou à électricité thermosolaire + stockage thermique. Dans les projets ultérieurs les Powerpack Tesla, de seconde génération, ne seront plus de 100 kWh l'unité mais de 200 kWh.

La France consacre aujourd'hui plus de la moitié de son

territoire à la capture des photons par des plantes à vocation alimentaire (SAU, Surface Agricole Utile). Le potentiel du solaire en toiture, un autre type de capture des photons, a été estimé par l'ADEME à plus de 400 TWh, et il peut être multiplié environ par deux en intégrant celui des ombrières PV de parking. La demande électrique française totale est de 500 TWh par an.

En Australie la ville de Kalbarri va mettre en place un microgrid intégrant solaire PV et éolien, le tout assisté de batteries totalisant une capacité de stockage de 2 MWh. En France, la complémentarité du solaire et de l'éolien à l'échelle saisonnière est parfaite.

**Par Olivier Danielo**

02/12/2016



## HYPERLOOP : LE TRAIN SUBSONIQUE

# HYPERLOOP, LE PROJET INCROYABLE D'ELON MUSK

*L'Hyperloop ou le « cinquième moyen de transport » moderne, comme l'appelle Elon Musk, est exceptionnel à bien des égards. S'il voit le jour, ce train subsonique sera capable de relier San Francisco / Los Angeles en 35 minutes.*

**Un procédé qui ressemble à celui des tubes pneumatiques.**

Le 12 août 2013, un dossier de 57 pages baptisé « Hyperloop Alpha », fruit de la collaboration des équipes de Tesla Motors et SpaceX, a été dévoilé par l'Américain, agrémenté d'une première esquisse. L'occasion de découvrir de nouveaux détails.

Loin de la conception traditionnelle que l'on peut se faire d'un train, Hyperloop se présentera sous la forme d'un long tube à l'intérieur duquel des capsules, pouvant accueillir jusqu'à vingt passagers, se déplaceront à la vitesse stupéfiante de 1 220 km/h, quasiment la vitesse du son. Les capsules n'entreront à aucun moment en contact avec les parois du tube grâce à un système de pression d'air. Pour se faire une idée, le milliardaire le dépeint « à mi-chemin entre le Concorde, le canon électrique et la table de Air Hockey ».

Ce moyen de transport futuriste serait plus sécurisé, économique, écologique et confortable que ce qui existe en matière de moyen de transport. Alimenté par l'énergie solaire via des panneaux installés sur le toit du tube, extrêmement rapide, préparé à faire face aux tremblements de terre fréquents dans la région, au tarif imbattable de 20 dollars le billet pour une telle distance...

**Sur le papier l'Hyperloop expose de nombreux avantages.**

Cependant, encore lui faut-il voir le jour. Car les défis qu'engendre la création de ce train sont légions. Dont un, primor-

dial, reste à résoudre pour le moment. Il s'agit du danger résultant du mouvement à grande vitesse des capsules dans le tube. La crainte est que la pression ainsi créée ne soit trop importante et entraîne des collisions entre les capsules.

Malgré tout, la réalisation de ce projet pourrait devenir concrète d'ici une dizaine d'années. Elon Musk estime le coût du projet à 6 milliards de dollars et rappelle au passage qu'un projet de TGV entre Los Angeles et San Francisco s'élèverait à plusieurs dizaines de milliards de dollars.

Concernant la construction d'un prototype, rien n'est assuré à l'heure actuelle. L'entrepreneur songe à s'occuper lui-même du démarrage du projet, mais sans certitudes : « je suis tenté de créer au moins un prototype de démonstration... j'aimerais que ce projet devienne réalité et je pense que cela aiderait si je faisais un modèle. »

**À projet fou, inventeur visionnaire.**

L'Hyperloop, qui enflamme tant internet, pourrait être tiré d'un film de science-fiction. Il fallait bien un milliardaire un peu fou et surtout très ambitieux pour proposer un tel projet. Son inventeur Elon Musk est d'ailleurs connu pour son parcours atypique.

Né à Pretoria en Afrique du Sud, il rejoint à 17 ans le Canada pour faire ses études à l'Université Queen's et surtout pour échapper au service militaire dans un régime pro-apartheid. Quatre ans plus tard, il intègre la Wharton School de l'Université de Pennsylvanie où il étudie simultanément le commerce et la physique. À 24 ans, Elon Musk arrête précipitamment le doctorat qu'il avait commencé à l'Université de Stanford et se lance dans l'entrepreneuriat. Il cofonde alors Zip2 Corporation, une société d'édition d'un logiciel de publication de contenu en ligne. Zip2 est vendu en 1999 pour 341 millions de dollars. Un an plus tard, Musk

acquiert la désormais célèbre société de paiement en ligne Paypal. Pour la revendre deux ans plus tard à eBay pour 1,5 milliard de dollars. Aujourd'hui à 42 ans, il est PDG de Tesla Motors et SpaceX et sa fortune est estimée à 7,7 milliards de dollars.

Par **Sébastien Tribot**

Et aussi dans les ressources documentaires :

- Véhicule propre
- Technologies avancées et systèmes de transport
- Transport ferroviaire
- Aéronautique

Et aussi dans les ressources documentaires :

- Systèmes de transports intelligents - Risques et opportunités
- Mobilité et ville intelligente : rôles des acteurs publics et privés
- Gestion d'une infrastructure de transport
- Système d'information logistique et transport

23/09/2013

# LE TRAIN SUBSONIQUE HYPERLOOP BIENTÔT À L'ESSAI

*La start-up Hyperloop Transportation Technologies va construire en 2016 une ligne de 8 kilomètres pour tester l'Hyperloop, dans un premier temps à 320 km/h, en vue de définir le design et le process des tubes et capsules de ce moyen de transport.*

Pour ceux dont la mémoire aurait besoin d'être rafraîchie, l'Hyperloop est ce projet de train subsonique capable de parcourir 600 kilomètres (la distance séparant San Francisco de Los Angeles) en une demi-heure, soit trois fois plus vite qu'un avion pour cette distance.

... Et écraser la concurrence ferroviaire en Californie. Il file à la vitesse de 1 200 km/h, le prix d'un billet est bon marché, les capsules répondent aux critères modernes du confort pour ses passagers, il se veut plus écologique car fonctionnant en partie à l'énergie solaire et pour couronner le tout, il est plus sûr.

Le dispositif lui-même est innovant. Des tubes installés à quelques mètres de la surface véhiculent des capsules en lévitation - à l'intérieur desquelles une vingtaine de voyageurs ont pris place - grâce à un système électromagnétique généré par un moteur électrique. La pression atmosphérique servant à empêcher les collisions entre capsules voire des frottements avec les parois du tube, ce qui est à l'heure actuelle l'un des risques majeurs.

Gage de réussite, le projet est initié par l'entrepreneur de génie Elon Musk, co-fondateur de Paypal, créateur de Tesla Motors et de Space X dont il a d'ailleurs dépêché quelques membres pour s'occuper des plans du train.

Il faut jouer avec la pression atmosphérique à l'intérieur des tubes, trouver un moyen de générer l'énergie requise, supporter le poids de 28 passagers... Sans compter que le coût

de production est estimé entre 6 et 8 milliards de dollars.

C'est certainement la raison pour laquelle l'équipe en charge du développement d'Hyperloop s'est faite si discrète. En effet, on attend des nouvelles fraîches depuis un an et demi. Quand enfin, le 15 janvier dernier, Elon Musk annonce sur sa page Twitter, sonnante et trébuchante, vouloir construire une piste d'essais, probablement au Texas. Le projet de train futuriste à lévitation n'est donc pas abandonné. Mieux encore, il semble avancer au rythme escompté.

Là-dessus, on peut vanter les mérites de la tactique d'Elon Musk pour avoir rendu public dès le début « *Hyperloop Alpha* » un dossier de plus de 57 pages offrant une vision détaillée de ce que devrait être Hyperloop. C'est grâce à cela que des start-ups ont pu réfléchir à la façon la plus judicieuse de réaliser ce projet. Et ce n'est pas fini puisque la voie, lorsqu'elle sera sortie de terre, pourra être testée par les entreprises et les groupes d'étudiants comme l'a assuré Elon Musk sur Twitter.

La start-up HTT, en réflexion depuis un an, souhaite construire le réseau de transport dans une éco-ville révolutionnaire surnommée Quay Valley mais qui n'existe pas encore. Elle doit être construite entre Los Angeles et San Francisco sur une surface de 4 800 hectares l'année prochaine.

Pour information, Quay Valley a été pensé comme « *une communauté modèle, auto-suffisante, qui combine à la fois les meilleures innovations du mouvement New Urbanism et la tradition des petites villes rurales de la Vallée de San Joaquin, tout en préservant l'environnement naturel de cette zone.* » Avec un détail frappant : les habitants n'auront pas à déboursier un centime en facture d'électricité.

Il apparaît donc logique que l'Hyperloop y soit testé, puis

serve de moyen de transport à ses 150 000 futurs habitants.

Toutefois, HTT est encore en recherche de financement, qu'elle espère trouver autour du troisième trimestre 2015. En tout, pas moins de 100 millions de dollars sont nécessaires à la construction du prototype. Le PDG Dirk Ahlborn de HTT ne se démonte pas pour autant, et mise sur les financements participatifs du grand public.

Par **Sébastien Tribot**

Et aussi dans les ressources documentaires :

- Innovation

Et aussi dans l'actualité :

- Hyperloop, le projet incroyable d'Elon Musk

01/04/2015

# QUI VA CONSTRUIRE LE TRAIN FUTURISTE HYPERLOOP ?

*Le fameux projet de train propulsé à plus de 1 000 km/h dans un tunnel à basse pression et censé relier San Francisco à Los Angeles en 30 minutes a désormais ses candidats à la construction attirés. Les premiers travaux devraient commencer l'an prochain.*

**Elon Musk**, le fondateur et dirigeant de **Tesla Motors** et **SpaceX** a beau mener trente-six vies en parallèle... Il a ses limites, comme tout le monde. Aussi, lorsqu'il lance le projet de train **Hyperloop** en 2013, il le lance sur la « place publique », pour que ceux qui le souhaitent se l'approprient et le développent pour lui.

Deux ans plus tard, deux sociétés se sont accaparées les plans d'Elon Musk et oeuvrent à sa réalisation. Il s'agit d'**Hyperloop Transportation Technologies** (HTT) et d'**Hyperloop Technologies**. Deux sociétés bien distinctes malgré un nom très analogue qui, il faut le reconnaître, pourrait générer une certaine confusion.

**Dirk Ahlborn**, est à la tête d'Hyperloop Transportation Technologies - qu'il a d'ailleurs fondé. Cet américain a mis en place un système de travail unique en son genre. Grâce au site participatif **JumpStartFund**, il a attiré dans son giron des collaborateurs volontaires de tous horizons (étudiants, professeurs, ingénieurs de Boeing, du CERN, d'Airbus, de la NASA, de Tesla) qui se sont engagés à fournir au moins dix heures de travail, sur leur temps libre, pour réfléchir aux différentes problématiques liées à la concrétisation d'Hyperloop et faire avancer les choses. Ces travailleurs bénévoles des quatre coins du monde seraient environ 450 aujourd'hui. Et si l'argent n'est pas leur motivation - ils n'en touchent pas actuellement - ils se verront attribuer des stock-options qui pourraient s'avérer très fructueuses un jour prochain.

Cet aspect collaboratif a beau surprendre, HTT avance. La

prochaine étape consiste en la réalisation d'une piste de 8 kilomètres pour l'Hyperloop, au sein de la future ville éco-technologique Quay Valley, située entre San Francisco et Los Angeles. HTT aurait déjà l'autorisation à défaut d'avoir obtenu complètement les fonds nécessaires. Entre 100 et 150 millions de dollars sont espérés d'ici au début 2016. Période à laquelle Dick Ahlborn escompte d'ailleurs démarrer les travaux.

L'un des objectifs de la société HTT, avoué, est de faire rentrer des bénéfices. Là où certains y voient un moyen de transport futuriste capable d'atteindre plus de 1 000 kilomètres par heure, Dirk Ahlborn, lui, y voit un business. De ses propres mots, l'homme d'affaires souhaite concevoir un service rentable : « pour la première fois, un moyen de transport va produire de l'énergie, donc des revenus ». Les panneaux photovoltaïques installés à la surface du tunnel devraient en effet produire plus d'énergie que l'hyperloop n'en aurait besoin. Cela sera un avantage pour les pouvoirs publics ainsi que pour les usagers qui auront plus de chance d'avoir un transport bien entretenu. Dans le futur, Dick Ahlborn pourrait voguer vers les mégapoles asiatiques pour offrir ses services.

La seconde start-up, Hyperloop Technologies, fondée par Shervin Pishevar, opte pour une approche plus traditionnelle. C'est-à-dire qu'une équipe composée d'une trentaine de permanents planche sur l'élaboration d'un prototype de capsule qu'il veut tester en juin 2016 à Hawthorne. Lieu qu'a choisi SpaceX pour construire un premier tronçon d'1,2 kilomètres pour effectuer les tests grandeur nature mais surtout challenger les candidats. Arrivée bien plus tard dans la compétition, nous avons moins entendu parler d'Hyperloop Technologies mais il nous tarde d'avoir davantage de ses nouvelles.

**Par Sébastien Tribot**

02/11/2015

# PREMIER TEST RÉUSSI POUR HYPERLOOP !

*Hyperloop, le train futuriste imaginé par Elon Musk est en train de prendre forme. L'entreprise Hyperloop One vient d'achever son premier test dans le désert du Nevada, près de Las Vegas. Le véhicule a atteint près de 187 km/h sur une piste de moins de 1 km, avant de finir dans un banc de sable 5 secondes plus tard.*

Petit à petit, Hyperloop prend forme. Le 11 mai, le premier test a été réalisé par Hyperloop One. Concrètement, un traîneau en aluminium s'est déplacé sur des rails à l'air libre avant de percuter un banc de sable destiné à arrêter la machine. Il s'agissait de tester le système de propulsion électromagnétique de la capsule.

Si le test est un succès, il n'a pas permis de dévoiler pleinement les potentiels de vitesse, car la piste était assez courte. Ce premier pas était surtout une manière de montrer qu'Hyperloop était bien en construction. « *Ce test était pour montrer à tout le monde que nous sommes réellement en train de construire cela. C'est réel* », a justifié Shervin Pishevar, co-fondateur d'Hyperloop One.

Mais Hyperloop voit déjà beaucoup plus loin. L'entreprise est en train de construire une piste d'essai de 8 km où elle mènera des tests grandeur nature sur l'ensemble de ses technologies. Des tubes dans lesquels les capsules se déplaceront sont déjà visibles sur le site de test. L'objectif d'Hyperloop est de faire voyager des passagers dans des capsules se déplaçant sur coussins d'air dans des tubes à basse pression. Les vitesses pourraient atteindre près de 1200 km/h.

Hyperloop a été imaginé par Elon Musk en 2012. Préférant se consacrer à d'autres projets, il a proposé ses plans en open source. Deux start-up sont très engagées dans le pro-

jet : Hyperloop One et Hyperloop Transport Technologies. Hyperloop One espère transporter des marchandises dès 2019, et des passagers en 2021. L'entreprise a récemment levé 80 millions de dollars et annoncé des partenariats avec plusieurs sociétés dans le monde, dont la SNCF. De son côté, Hyperloop Transport Technologies a récemment révélé la technologie à « **lévitation magnétique passive** » qu'elle envisageait d'utiliser. Son PDG, Dirk Ahlborn, a confié courant janvier à **Newsweek** que son entreprise espérait avoir le premier Hyperloop prêt à transporter des passagers à Quay Valley (Californie) en 2018.

*Par Matthieu Combe, journaliste scientifique*

23/05/2016





## SPACE X : COLONISER MARS !

# UN MILLION D'HUMAINS POUR PEUPLER MARS D'ICI 100 ANS ?

*Une idée qui démontre qu'Elon Musk est bien le plus ambitieux entrepreneur de la planète.*

Le phénomène Elon Musk, a fait part dans une interview accordée pour le magazine digital Aeon d'une envie que l'on pourrait aisément qualifier d'inhabituelle et d'ahurissante. En effet, le cofondateur de Paypal, SpaceX, Tesla Motors et initiateur du projet de train subsonique Hyperloop verrait bien un million d'êtres humains sur Mars d'ici une centaine d'années. Rien que ça. Un projet hors du commun, bien sûr, mais qui ne surprend qu'à moitié vu que l'idée vient de lui et qu'elle est à la hauteur de sa réputation.

Mais avant de se questionner sur la faisabilité d'envoyer un million de personnes sur Mars, et de les y faire vivre - un voyage retour étant exclu - voyons déjà les raisons exposées par M. Musk expliquant l'intérêt, ou plutôt le besoin impérieux, de fonder une colonie martienne. En fait, il s'agit ni plus ni moins de la survie de l'humanité qui est en jeu. Parce que l'homme d'affaires a confiance en l'humanité et foi dans la civilisation, il pense qu'il est « crucial d'aller sur Mars ». En prévision de catastrophes potentielles, qu'elles soient naturelles (objets spatiaux venant percuter la Terre) ou liées au facteur humain (conflits, pollution, pillage des ressources, épidémies...).

Ce genre de projet provoque invariablement scepticisme, hypothèses et controverses. D'après une étude réalisée par des scientifiques du MIT, il serait impossible de survivre plus de 68 jours sur Mars. En tout cas, dans les conditions affichées dans le cadre du projet Mars One de l'ingénieur Néerlandais Bas Lansdorp. Les ressources en oxygène feraient défaut et conduiraient à l'asphyxie pure et simple des « colons ». D'un point de vue technique, également, une telle mission ne serait pas envisageable actuellement. Il faudrait une quantité de matériel énorme pour poser les bases d'une colonie et assurer sa maintenance, et en

conséquence de très nombreux voyages pour les pièces nécessaires. La facture est estimée à 4,5 milliards de dollars.

Elon Musk compte sur le développement de SpaceX, les progrès technologiques à venir et ceux dont les tests doivent encore confirmer leurs capacités. Selon ses dires, il aurait les plans d'un engin spatial capable de transporter une centaine de personnes. Donc si l'on s'en tient à sa volonté d'emmener un million de personnes sur la planète Mars, cela donne pas moins de 10 000 voyages... Qu'il faudra multiplier par 10 pour les effets personnels des futurs « colons » ainsi que tous les autres équipements.

Musk fait-il preuve de trop d'optimisme selon vous ? Son discours est-il défendable ou n'est-il qu'une rêverie digne d'un film de science-fiction ? Si on peut légitimement se poser ce genre de question, l'homme témoigne pourtant d'un certain réalisme en ce qui concerne la faisabilité, conscient que fonder une colonie sur Mars ne se fera à priori pas de son vivant. Et avec les moyens dont disposent le milliardaire et la pugnacité dont il fait preuve, on se demande tout de même si on peut le prendre au sérieux.

Par **Sébastien Tribot**

Et aussi dans l'actualité :

- L'évolution de Mars en vidéo
- Quelle combinaison pour les hommes qui iront sur Mars ?
- L'homme ne survivrait pas plus de 68 jours sur Mars

11/11/2014

# ELON MUSK A RÉVÉLÉ UN SYSTÈME DE TRANSPORT INTERPLANÉTAIRE POUR LA MISSION HABITÉE VERS LA PLANÈTE MARS

*A l'occasion du congrès international d'aéronautique qui s'est tenu en septembre 2016 à Guadalajara, capitale de l'état du Jalisco au Mexique, Elon Musk, PDG de SpaceX, a donné une conférence intitulée « Making Humans a Multiplanetary Species » (« Transformer l'humain en une espèce interplanétaire »).*

SpaceX a profité de cette intervention pour présenter son plan à long-terme visant à établir une colonie humaine sur la planète Mars, ceci en dépit de l'incident qui a conduit le 1er septembre 2016 à la destruction de la fusée Falcon 9 et de son chargement.

L'origine de cet incident aux conséquences très coûteuses est à ce stade inconnue. Elon Musk a estimé « difficile » et « complexe » cette identification. Cette déconvenue a soulevé des questions concernant la capacité de SpaceX à mettre en orbite des satellites dans le respect d'un calendrier commercial, et par ricochet sur sa compétence à lever les obstacles d'une mission à destination de la planète rouge.

Elon Musk a commencé très récemment à communiquer sur le Mars Colonial Transporter (MCT), un vaisseau spatial capable de transporter 100 personnes ou 100 tonnes de marchandise. Le multi-entrepreneur a déclaré le 17 septembre 2016 sur le réseau social Twitter que le MCT pourrait aller bien plus loin que la planète Mars, et que par conséquent il faudrait lui trouver un autre nom.

Le vaisseau est à présent appelé « Interplanetary Transport System » (ITS) et sera un jour capable de transporter

des êtres humains et/ou de la marchandise au-delà de la planète Mars.

L'équipe SpaceX veut poser les pieds sur la [surface martienne](#) dans moins d'une décennie, et si elle y parvenait elle serait la première. En juin dernier Elon Musk déclarait dans le cadre de la conférence Code à Rancho Palos Verdes en Californie, que « *si les choses suivent le plan prévu, nous serons capables d'effectuer un lancement de personnes en 2024, avec une arrivée sur Mars en 2025* ».

La NASA n'a pas fait d'annonce concrète concernant son projet de mission habitée vers la planète Mars mais les experts estiment l'horizon 2030 comme raisonnable.

La Chine envisage de son côté d'envoyer un robot sur Mars à horizon 2020. L'empire du milieu a révélé fin août 2016 les premières images de synthèse de son projet de véhicule téléguidé. Pékin a l'ambition de combler son retard sur les USA et l'Europe. Le programme spatial chinois est dirigé par l'armée et le peuple chinois en est très fier.

Une [fusée](#) « Longue Marche-5 » sera lancée depuis le pas de tir de Wenchang dans la province insulaire de Hainan. Selon l'agence Chine Nouvelle à la fin du voyage Terre-Mars qui durera 7 mois l'atterrisseur sera séparé de l'orbiteur et se posera à proximité de l'équateur de la planète rouge, d'où le véhicule devrait explorer la surface martienne. Le « rover » chinois pèsera 200 kilos, sera alimenté par quatre panneaux solaires et devrait être opérationnel durant trois mois.

En 2013 la Chine est parvenue à envoyer sur la Lune son [premier robot](#), « Yutu », le « lapin de jade ». Dans la mytho-

logie chinoise un lapin, compagnon de la Déesse Chang'e, habite en effet sur la Lune.

**Par Olivier Daniéolo**

10/09/2016