

## Un avenir électrique d'origine photovoltaïque

Par Serge Rochain

On entend souvent dire que le recours au nucléaire comme énergie « propre » (entendez par là « pas de rejets massif de CO<sub>2</sub> » dans l'atmosphère), est une nécessité face à l'alternative des énergies renouvelables essentiellement intermittentes, car nous ne savons pas stocker l'excédent d'énergie à produire pour compenser les périodes sans vent ou sans Soleil, comme la nuit.

Prétendre qu'il y a impossibilité de stocker de grandes quantités d'énergie électrique c'est faire un procès d'incompétence face à nos besoins. Sans doute que l'expédition dont le but était de déposer un homme sur la Lune n'a jamais existée puisqu'on ne savait pas le faire. Si l'on ne s'est jamais trop préoccupé du stockage à grande échelle de l'énergie ce n'est que parce que nous n'en n'avons jamais eu réellement besoin. De tous temps, nous avons réalisé des systèmes de production électrique d'une assez grande souplesse, composés d'unités indépendantes qu'il suffit d'activer ou désactiver à des degrés divers de puissance, en fonction du besoin. En conséquence de ce choix, le stockage d'un excédent d'énergie produite ne s'est jamais réellement posé en dehors de quelques cas marginaux qui n'ont jamais vraiment intéressé l'industrie. Il s'agit de sites souvent insulaires ou loin des grands centres urbains qui peuvent s'approvisionner de façon intermittente mais abondante. Ces cas particuliers sont donc résolus à petite échelle au moyen de batteries électrochimiques sans grande novation, ce que l'on fait par ailleurs pour répondre à de petits besoins de stockage comme dans les batteries de démarrage de voitures qu'il suffit d'aligner en parallèle ou série selon ce qu'il faut maximiser, intensité ou tension.

En effet, ce n'est que lorsqu'il a fallu embarquer de l'énergie que l'on s'est un peu penché sur le problème tout en ne le résolvant que de façon circonscrite à ce besoin limité, le déplacement. Les systèmes, toujours électrochimiques, mis en œuvre ont rapidement fait les progrès nécessaires à l'exigence croissante du besoin. La solution batteries de voitures ne posait pas de problème car le volume à produire était suffisant pour intéresser les industriels. La taille d'une batterie qui répond à l'exigence d'encombrement par rapport à la voiture, quelques décimètres cubes, a été rapidement résolue, ensuite celles de téléphones portables ont suivi le même chemin avec une nouvelle exigence. Les téléphones sont devenus de plus en plus petits et donc, non seulement les batteries devaient devenir plus performantes tout en devenant de plus en plus petites également, quelques centimètres cubes. Aujourd'hui l'énergie embarquée (voiture électriques surtout) ne pose qu'un problème de coût/quantité. Les packs batteries stockant jusqu'à 100 kWh restent d'un volume suffisamment réduit pour être embarqué sans problème dans une grosse berline ou un 4x4. Quant au prix de fabrication encore élevé aujourd'hui, au niveau industriel ce problème est connu depuis longtemps et se résout en augmentant la quantité à produire. La solution se trouve dans le développement du marché. Dans le domaine du stockage sur batterie électrochimique, rien que durant les 5 dernières années des progrès considérables ont été accomplis (et 5 ans c'est pourtant court dans l'industrie) avec pour objectif de construire des véhicules à traction électrique capables d'assurer une autonomie voisine de ceux fonctionnant à l'énergie fossile.

J'ai moi-même depuis le 15/9/2014 une voiture électrique (hybride rechargeable de Mitsubishi) qui m'a permis, sans que je fasse la moindre concession à ma façon de vivre, de parcourir plus de 1000 km sans mettre une goutte d'essence dans le réservoir, et je pourrais en faire bien plus si je décide de ne plus me rendre à Toulouse depuis Narbonne ou au Pic du Midi depuis Toulouse qui sont mes « grands trajets ». Mon plein électrique pour une autonomie voisine de 50 km me coûte moins de 2 €. Mon besoin quotidien se maintient entre 5 et 15 km/jour avec des « pointes » aléatoires assez rares allant jusqu'à 40 km. Je ne la recharge donc pas quotidiennement. Cette voiture n'existait pas avant mon propre achat car j'ai été parmi les 100 premiers clients de ce modèle qui était annoncé par la presse spécialisée et que j'attendais. Il y avait d'autres modèles électriques rechargeables chez d'autres constructeurs, mais d'une part leur autonomie électrique était moitié moindre et d'autre part je voulais au moins un SUV car j'y suis habitué et trouve cela bien pratique.

Le Mitsubishi Outlander PHEV (Plugin Hybride Electric Vehicle) est un 4x4. Je sais que dans un an, ou deux, la même voiture ou une concurrente offrira une autonomie du double pour le même prix, mais celle-ci répond dès aujourd'hui à mon besoin quotidien qui est 95 % de mon besoin annuel (une fois rendu à Toulouse j'ai aussi une prise électrique dans mon garage). Il existe aujourd'hui des voitures totalement électriques avec une autonomie réelle de 600 km, comme la Tesla S, par exemple, mais elle ne correspond qu'aux besoins des milliardaires (pour l'instant). Récemment (janvier 2017) Renault distribue une ZOE dotée d'un pack batterie de 41 kWh ce qui permet une autonomie réelle d'au moins 280 km (d'après mes propres calculs) et non 400 selon des normes irréalistes, comme vanté dans la publicité, donc suffisant pour me rendre à Toulouse et au Pic depuis Toulouse. Cela est donc récemment devenu possible avec une automobile purement électrique.

Mais tout cela ce n'est toujours que le stockage de l'énergie embarquée. Il est donc résolu en grande partie car c'était un besoin réel. Mais pour des parcours plus long il se double d'un autre besoin qui lui n'est pas résolu pour un usage comparable à ce qu'offre un véhicule à pétrole, celui de la recharge rapide. C'est-à-dire retrouver 200 à 300 km d'autonomie en 15 ou 20 minutes de charge. Le réseau de chargeurs rapides permettant d'obtenir ce service est squelettique. Par ailleurs, les constructeurs eux-mêmes (à part Tesla qui mise sur les super chargeurs rechargeant une batterie de 70 kWh en 20 minutes) ne prévoient pas de dispositifs capables de supporter des intensités de charge très élevées. Par exemple la batterie 41 kWh de la ZOE ne peut pas être rechargée en moins d'une heure sur une borne publique de 22kW ! Voit le tableau ci-dessus selon motorisation R 75/90 ou Q90 :

	<b>R75 / R90</b>		<b>Q90</b>	
	Batterie 24 kWh	Batterie 41 kWh	Batterie 24 kWh	Batterie 41 kWh
Prise domestique 2.3 kW 10A	10h	20h	12h	24h20
Wallbox 3.2 kW 14A	7h	13 h	7h30	14h20
Wallbox 7.4 kW (32A)	3h	5h	3h	6h20
Borne publique 11 kW	2h	3h20	2h	3h20
Borne publique 22 kW	1h	1h40	1h	1h40
Charge rapide	N/A	N/A	0h30	1h05

Mais ce n'est qu'un choix industriel qui sera bousculé sous la pression de la clientèle dans quelques années. Des bornes de recharge de 50 à 60 kW existent déjà et se multiplieront, les possibilités de connexion des véhicules devront suivre, mais l'actuelle Zoe n'est pas prête.

Pour le stockage de l'énergie de consommation domestique sédentaire qui se caractérise par de plus grandes consommations, il n'y avait pas de réel besoin de stockage puisque le flux tendu est capable de la réactivité nécessaire à la variation de la consommation. Habitué à ce seul mode de fonctionnement il nous apparaît (apparence) que nous ne savons pas stocker la grande quantité d'énergie dont nous aurions besoin si pour un laps de temps plus ou moins important nous étions privés des sources de production. Mais ce n'est que parce que je ne suis pas chasseur que je n'ai ni permis de chasse, ni fusil, ni munitions, c'est tout. Si je devais le devenir, il me faudrait seulement un certain temps pour que je mette en route la procédure qui me permettrait d'y arriver. Donc je ne suis pas inquiet et ne considère aucune impossibilité, je n'ai besoin que d'un peu de temps et surtout, d'une motivation en ce sens, et ce n'est pas le cas.

De la même façon, je saurai stocker de grandes quantités d'énergie lorsque le besoin se fera sentir. Mais les leaders des énergies à flux permanent, fossiles et nucléaires, utilisent l'argument fallacieux selon lequel nous ne disposons pas aujourd'hui d'infrastructures de stockage nous permettant de nous satisfaire des sources alternatives, alors il nous faut donc continuer sur nos choix passés. Autrement dit, le monde arrête d'évoluer aujourd'hui sur la foi d'une information fallacieuse. Principe que nous aurions pu appliquer à n'importe quel moment du passé, avant la création des lobbys de l'énergie. Pire encore, et les supporters du nucléaires se gardent bien de le souligner, les centrales nucléaires sont incapables de réagir aux périodes de sous-consommation. On ne diminue pas facilement et rapidement la production nucléaire. Pour éviter l'écueil on a truqué le besoin de consommation en inventant de toute pièce un besoin nocturne inexistant. Je développerai ce point plus loin.

**En route vers la solution.** De façon pragmatique il faut d'abord estimer le besoin de stockage, et je constate que les partisans souvent irréfléchis du flux tendu répondent un peu vite : Ce qui est consommé. Et c'est évidemment faux, il ne s'agit de stocker que ce qui manquerait au flux toujours actif, lorsque les sources intermittentes d'approvisionnement feront défaut en fonction de leur principe de fonctionnement (absence de vent, Soleil couché...).

On peut déjà constater que naturellement, la nature stocke une quantité considérable de la part d'énergie reçue du Soleil sans que nous ayons à lever le petit doigt pour cela. Il nous suffit de l'extraire du réservoir. L'alternance jour/nuit est la source majeure de la production des vents, l'atmosphère étant le réservoir de stockage et de la variation des contrastes de températures, les masses continentale et les océans étant également des réservoirs. Et même s'il fait nuit, le vent demeure avec des fluctuations qui trouvent leurs causes de façon totalement décalée par rapport au cycle jour/nuit. L'alternance saisonnière est également une source d'agitation thermodynamique de la masse atmosphérique. Quant aux variations des écarts de températures elles sont potentiellement la source d'énergies que nous pouvons exploiter.

Même si dans un lieu particulier il n'y a plus de vent il y en a toujours ailleurs et l'électricité est plus facilement transportable, et de façon plus sûre, que les produits pétroliers, le charbon, le gaz, et l'uranium. Il reste que pour le solaire directe (voltaïque, tour de focalisation, surface thermique...) il s'éteint la nuit, et pour le récupéré du stockage naturel (masse atmosphérique chaude vers masse atmosphérique froide, autrement dit vent), il n'y a pas de vent tout le temps là où se trouve une éolienne, le stockage artificiel devient la seule solution absolument fiable quoi qu'il arrive. L'équation est assez simple :

Il faut déterminer avec une marge de sécurité suffisante la quantité d'énergie qui fera défaut par rapport au besoin avec des ressources puisées uniquement dans les sources intermittentes régulières (nocturne/diurne) ou totalement aléatoire (éolienne). Une fois ce besoin connu il suffit d'installer un nombre supplémentaire (par rapport à la production/consommation diurne et ventée) de sources de production de ces différents types qu'il faudra stocker pour les libérer au moment où le besoin se fera sentir. Cette quantité énergétique à stocker est loin d'être la consommation totale puisqu'il ne s'agit que de produire en heure creuses essentiellement, lorsque la demande est faible. Pour pallier le défaut de production nocturne du photovoltaïque dont on connaît parfaitement la cyclicité il faut avant tout connaître le **vrai** besoin d'énergie électrique de nuit. Pourquoi le vrai ? Il y aurait donc un faux besoin d'énergie électrique nocturne ? Oui !

Un peu d'histoire : C'est le 14 juin 1963, qu'EDF1 délivre ses premiers kilowattheures d'électricité d'origine nucléaire. Mais c'est le début d'une supercherie monumentale. Je travaillais à l'époque dans une entreprise qui fabriquait toutes les pièces en caoutchouc, sauf les pneus, qui entre dans la construction d'un véhicule automobile dont les constructeurs étaient nos clients. L'usine utilisait pour cela d'énormes presses à mouler et vulcaniser un mélange à base de peau de latex variant selon la nature des pièces à fabriquer (tapis, durit, joint....). Ces presses étaient actionnées par une centrale vapeur dont l'énergie du chauffage électrique était fournie par une turbine exploitant la chute d'eau d'un barrage privé sur un bras de l'Aude et appartenant à l'entreprise.

Déjà à cette époque, la consommation d'électricité en phase diurne étant bien plus importante que la consommation nocturne, les projets d'EDF orientés vers les centrales nucléaires dont le régime de production est constant créaient un problème de surproduction la nuit si le flux était calibré pour satisfaire le besoin diurne. Pour pallier cet inconvénient du mode de production à débit constant par fission nucléaire, l'EDF a entrepris une gigantesque campagne qui a modifié notre façon de vivre, presque à notre insu, et basée sur le dumping tarifaire de la consommation de nuit. Restreint aux conséquences sur l'usine dont je vous parle plus haut, la centrale hydroélectrique de l'entreprise a été abandonnée avec la suppression du personnel chargé de son fonctionnement au profit d'un contrat EDF certainement très alléchant. Ce n'est là qu'un exemple très local qui a dû se multiplier sur tous les sites similaires mais l'impact a été considérable au niveau des équipements domestiques avec les ballons d'eau chaude, les radiateurs à inertie et d'autres dispositifs à ne faire fonctionner que la nuit sous le contrôle d'une impulsion déclenchant leur mise en marche. Les municipalités ont été assiégées par les conseillers EDF pour équiper les communes d'éclairages superfétatoires sous le prétexte fallacieux que la lumière, c'était la sécurité (ce qui est faux selon les statistiques du ministère de l'intérieur, la majorité des cambriolages ayant lieu dans la journée).

Pour le bon équilibre des centrales nucléaires il fallait impérativement charger la nuit d'électrons et de photons abondants. L'EDF avec la complicité active, et même très active, de la classe politique a créée d'aussi formidables qu'illusoire besoins d'énergies nocturnes.

Les toitures des maisons des pays ensoleillés sont couvertes de panneaux solaires surmontés d'un réservoir stockant l'eau chauffée par le Soleil, pourquoi croyez-vous que l'EDF nous fait chauffer l'eau de nos « cumulus » la nuit lorsque nous n'en n'avons pas besoin ? Malgré cela nous sommes en permanence en crainte de sous-production pour assurer le besoin diurne et l'ouverture de nouvelles centrales nucléaires qui permettrait de s'en mettre à l'abri accroîtrait encore la surabondance de nuit. Pour pallier ce problème grandissant avec le besoin de d'énergie nous achetons l'électricité manquante de jour chez nos voisins. Mais une solution se dessine avec la multiplication prévisible des véhicules électriques dont certains pensent qu'ils sont la solution au problème. La batterie de traction du véhicule se chargeant la nuit de l'énergie utilisée le lendemain pour faire le trajet quotidien, et servirait également de ballast qui se déchargerait sur le réseau aux heures de pointes de charges. En effet, les batteries attendues pour l'avenir fourniront des autonomies de 300 à 400 km avec les besoins quotidiens n'en dépassant pas 60 pour 90% de la population active se rendant sur un lieu de travail situé en moyenne à 30 km. Ce projet est porté par :

<https://www.expert-ve.fr/smartgrid-et-v2grid.html>

Mais cette organisation n'est qu'une illusion qui conforte l'erreur de départ : Utiliser la surabondance de la production nocturne en période diurne.

Ce que nous serons conduits à faire tôt ou tard sera l'inverse : Stocker la surabondance de production diurne pour l'utiliser de nuit lorsque la demande est faible.

La différence est évidente, le besoin de stockage est infiniment moindre.

Car l'animal diurne qu'est l'homme a besoin d'énergie (le plus souvent d'origine électrique) lorsqu'il travail, lorsqu'il fait jour, lorsqu'il est absent de chez lui pour ces raisons évidentes. Il en découle que dans la journée, il peut laisser un minimum de chauffage dans son domicile, d'autant que le Watt est alors au prix fort, et remonter la température à son retour le soir lorsque l'usine a fermé ses portes. Voilà comment la fée électricité a organisée votre vie sans que vous vous en rendiez bien compte, mais cette fée n'a que le visage du nucléaire, celui d'une machine dont on n'est pas vraiment maître, une machine qui ne fabrique pas de l'électricité quand on en a vraiment besoin, mais toujours ou jamais, avec un temps d'alternance de plusieurs mois d'une phase à l'autre, pas de 12 heures ce qui est notre réel besoin de modulation. Le besoin réel d'électricité en phase nocturne est très modeste, une fraction de celui du besoin diurne, mais bien conseillés par EDF nous avons réussi à créer un besoin illusoire qui a perturbé notre façon de vivre. Il sera néanmoins nécessaire de satisfaire ce besoin, si modeste soit-il. Alors, comment ?

Il n'y a pas si longtemps, avant l'ère nucléaire, à peine plus de 50 ans, les systèmes sources constituant les plus fortes puissances étaient les barrages hydroélectriques, comme Génissiat (1700 Gwh/an) suivi par Donzère-Mondragon (plus de 2140 Gwh/an) par ordre d'apparition. Il s'agit d'ouvrages dont la construction s'est étendue sur près de 5 ans et d'un coût (que j'ignore) à la hauteur probablement, pour produire finalement assez peu. Donzère, par exemple, fait à peine plus que le tiers d'une tranche nucléaire. Sommes-nous capable aujourd'hui de nous lancer dans des chantiers comparables, non pour produire de l'électricité mais pour la stocker ?

En son temps le rétro-turbinage a eu son succès en Suisse qui bénéficie d'un certain nombre de lacs souvent naturels (ou presque) décalés en altitude. Ils permettent aux heures creuses de consommation d'utiliser l'excédent d'énergie pour remonter l'eau d'un lac inférieur vers un lac supérieur. Ci-dessous un lien vers un excellent article sur le sujet :

<http://www.ader.ch/FR/comprendre-savoir-et-agir/71-hydraulique/491-le-pompage-turbinage-en-suisse.pdf>

Nous n'avons pas la chance en France d'avoir des lacs ainsi disposés, pas trop loin les uns des autres, et situés à des altitudes décalées. De plus les lacs artificiels que nous avons faits ont souvent été la cause de bien des drames, avec des villages expulsés et des vallées fertiles inondées, ce n'est donc pas une solution d'avenir. Mais nous avons des zones montagneuses pratiquement inhabitées notamment dans le massif central du pays. De plus, ces montagnes sont vieilles à pentes douces et régulières, nécessitant peu d'aménagements pour y construire des voies ferrées sur plus d'un km de dénivelé.

L'installation de trains chargés de masses de roches importantes remontées par traction électrique sur une hauteur de 1000 m ou plus, et redescendant par gravité est une alternative aux lacs jumeaux qui nous font défaut. Les roches nécessaires au chargement des wagonnets se trouvent sur place. Des voies parallèles à flanc de montagne peuvent n'occuper qu'une faible surface pour un rendement maximalisé sans occuper des vallées qui ont un intérêt agricole et urbain.

La densité des minéraux est très variable et s'étend de 2 pour les plus légers à 20 pour les plus lourds. Mais la majorité d'entre eux se tient dans une fourchette de 3 à 5 et l'on peut retenir une valeur moyenne de 4 en prenant des carottes au hasard. Mais en vérité, en ne creusant que la surface du sol sur quelques mètres de profondeur on n'obtient que les matériaux peu denses et bien que la densité moyenne de la Terre soit de 5,5 le faible tassement près de la surface produit peu de matériaux lourds et nous sommes loin de la moyenne de 4 citée plus haut. En effet, les roches de surfaces, silex, schistes divers, granite (en dehors des métaux lourds et couteux) se situent au voisinage de 2,5. Le granite, par exemple, affiche une densité moyenne de 2,7 seulement (il n'existe pas un granite puisque ce n'est pas un corps pur mais un mélange de différents minéraux, dont certains sont plus denses et d'autres moins).

Un train de 20 wagons de 10 m de long sur 2,5 de large et 2 de haut font un volume de 1000 m<sup>3</sup> chargés de roches de densité 2,5 nous font donc 2,5 millions de Kg. Sur un dénivelé de 1500 m nous produisons  $2500000 \text{ kg} * 9,81 (\sim 10) * 1500 \text{ m} = 3,75 * 10^{10} \text{ joules} = 10 \text{ MWh}$ .

Avec une centaine de ces trains (**stockage de 1 GWh chaque jour à consommer chaque nuit**) on peut stocker quotidiennement 1/6 de la production également quotidienne du barrage de Donzère-Mondragon (et plus de la moitié de ce que consomment les Lyonnais en 24 heures) en ne mobilisant qu'environ 300 hectares de pentes de montagnes occupés par 150 km de voies ferrées.

La consommation moyenne d'une famille française s'établit à **5336 kWh** par an, soit 15 kWh par jour, c'est-à-dire à peine plus que la capacité de la batterie de traction de ma voiture (12kWh) dont l'autonomie kilométrique est de l'ordre de 50 km seulement :

<http://www.planetoscope.com/nucleaire/3-consommation-moyenne-electrique-d-une-famille-francaise-en-kwh-.html>

Il y a 112500 familles à Lyon :

<http://www.ville-data.com/nombre-d-habitants/Lyon-69-69123>

Si l'on devait stocker la moitié de la totalité du besoin quotidien des Lyonnais, en supposant bien abusivement que le besoin nocturne est égal au besoin diurne cela ne ferait encore que 0,84 GW/h donc bien inférieur à ce que stockeront nos 100 petits trains ci-dessus.

En alignant cote à cote ces trains comme dans une gare de triage (et/ou) en multipliant les wagons, et en augmentant les hauteurs de chute, on peut obtenir des capacités de stockage énormes avec des infrastructures bien inférieures à celles nécessaires à la construction de barrages sans condamner des vallées entières occupées par les lacs (que nous ne pourrions pas faire partout). Ici l'exigence vis-à-vis du relief n'est pas énorme et à bien des endroits ne nécessiteraient même pas de travaux de terrassement important. Nous avons d'énormes ressources en pentes inexploitées. Ce système extrêmement souple permet d'optimiser chaque site en fonction du relief du terrain pour un retour sur investissement donné, avec le choix du nombre de trains, leur charge individuelle, et la hauteur de chute.

Et ce n'est pas le seul moyen de stocker l'énergie, sans parler des accumulateurs électrochimiques auxquels tout le monde pense en premier lieu (uniquement par ce que c'est le plus connu, tout le monde ayant une automobile), il y a aussi le thermique qui offre une bonne alternative pour conserver de la vapeur sous forme liquide durant la phase diurne pour la libérer en vapeur lors de la phase nocturne. On peut ajouter également les gaz comprimés sur des périodes extrêmement longues, et certainement beaucoup d'autres auxquels je ne pense pas.

À cela il faut ajouter les ressources presque toujours régulières (marées, courants marins...) et dont les coûts d'exploitation ne sont jugés trop élevés que parce que chacun pensait avoir la panacée avec ce qu'il possédait, les uns avec leur charbon, d'autres avec leur pétrole ou leur gaz, et d'autres encore avec leurs centrales nucléaires, toutes ressources considérées comme bon marché et souple d'emploi n'incitant pas à se poser la question du stockage, mais dont les réserves s'amenuisent et dont le prix augmente en permanence avec des coûts d'extraction de plus en plus élevés.

Quand je dis que je suis contre le nucléaire, je ne veux pas dire qu'il faut aujourd'hui arrêter les centrales existantes. Il faut les maintenir tant que nous en avons besoin mais il faut leur tourner le dos pour l'avenir. Ce que nous n'aurions pas à faire aujourd'hui si, il y a 50 ans Giscard n'avait pas demandé à l'EDF d'être juge et partie dans l'alternative solaire/nucléaire, sachant que l'état-major EDF était composé de polytechniciens nourris au nucléaire comme l'était Giscard lui-même. Nous avons en France une avance certaine sur le solaire à l'époque et nous l'avons sabordé pour aujourd'hui être à la remorque de moins aveugles que nous.

Le nucléaire n'est pas indispensable, il est marginal dans de nombreux pays, il n'est indispensable qu'à la France. Je souhaite surtout que ceux qui n'en ont pas, ou peu, et utilisent du fossile sautent l'étape du nucléaire pour investir dans le solaire sous toutes ses formes la seule solution propre.

En réfléchissant à la régulation de la production/consommation de l'énergie électrique et en constatant que mon véhicule dont la batterie est d'une capacité très modeste avec 12 kWh est presque capable de stocker le besoin quotidien d'une famille française (15 kWh) j'arrive à la conclusion que les véhicules électriques peuvent suffire pour être à l'avenir les ballasts électriques dont nous avons besoin pour les besoins nocturnes réels sur lesquels pourraient venir en appui les autres moyens de stockage comme celui évoqué ci-dessus, mais aussi les moyens intermittents actifs comme l'éolien et les renouvelables permanent comme les turbines marées motrice ou de chutes d'eau. Et cela comme l'entend le projet smartgrid évoqué au début de cet article, mais à condition d'inverser le cycle proposé par le projet, c'est-à-dire charger les batteries le jour et les décharger la nuit pour nos faibles besoins nocturnes.

En effet, aujourd'hui et plus encore dans l'avenir, les batteries d'automobiles électriques doivent offrir une autonomie d'au moins 300 km par charge. Ceci peut s'obtenir aujourd'hui, et mieux encore demain, avec des batteries d'une capacité de 50 à 60 kWh. Mais si cette capacité est nécessaire pour les longs trajets, elle est inutilisée au moins 90% du temps, la distance moyenne parcourue par jour pour se rendre sur son lieu de travail et en revenir est de l'ordre de 50 km, les 4/5 de la charge (40 kWh au moins) étant alors disponible pour assurer le besoin nocturne, soit en moyenne une capacité 5 fois supérieurs au besoin de 8 kWh moyens de consommation nocturnes. Cela implique de recharger son véhicule de jour lors de l'abondance solaire et impose d'investir massivement dans de grandes surfaces photovoltaïque afin d'assurer en permanence la pleine charge du parc de batteries itinérantes. L'avenir mettra donc les entreprises à contribution pour la construction de parc à voitures équipés de panneaux PV, les véhicules des employés se chargeant dans la journée. Cette solution est parfaitement viable sous réserve d'un développement du parc automobile électrique, ce dont je ne doute pas, et de développer massivement la couverture photovoltaïque afin de ne pas devoir recourir à la production fossile et/ou nucléaire pour la recharge des batteries.

Un exemple de cette couverture qui serait assurée aussi bien par les parkings de stationnement automobiles des entreprises excentrées que par ceux des grandes surface de vente et montré par les images ci-dessous représentant le parking du supermarché Géant Casino de Narbonne et l'affichage ponctuel de sa production qui varie en cette saison (février 2017) de 250 à 300 kW selon la couverture nuageuse.

Je pense que les divers solutions que je propose ici (techniques avec les centre de stockage gravitationnels, et sociaux avec le photovoltaïque de parcs à voitures d'entreprise) sont réalistes, et peuvent être les outils qui nous manquent aujourd'hui pour nous passer tant des énergies fossiles que du nucléaire dont la dangerosité n'est plus à démontrer.





**Solaire thermique pour la production d'eau chaude**



**Le parking client du Géant Casino de Narbonne**



**Affichage en temps réel de la production des PV du parking du Géant Casino de Narbonne**

**Le V2G**

<http://www.avem.fr/actualite-le-v2g-une-technologie-prometteuse-lente-a-se-developper-6617.html>