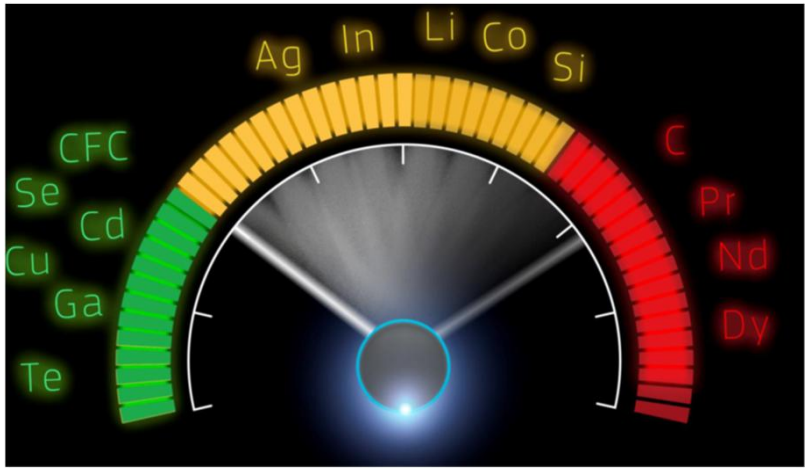
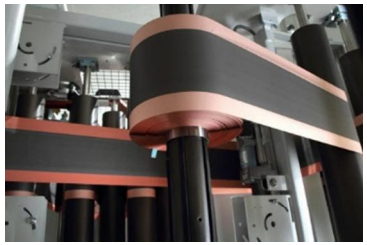




14 SEPTEMBRE 2018

Didier Bloch, CEA-LITEN-DEHT; Grenoble

Quelle viabilité économique, énergétique et environnementale du véhicule électrique ?

Le véhicule électrique ?

…de fortes inquiétudes se manifestent

2016 https://www.economist.com/news/business/21688386-amid-surge-demand-rechargeable-batteries-companies-are-scrambling-supplies

« Lithium ? The world's hottest commodity » Clean Energy – an increasingly precious metal » *The Economist*

11 juillet 2017 https://www.ecowatch.com/koch-brothers-electric-cars-2456866524.html

Attack to Kill Electric Cars

« Les voitures électriques sont beaucoup plus toxiques pour les humains que la moyenne des autres véhicules »

« *Fueling U.S. Forward* », organisation non gouvernementale destinée à « éduquer le public sur la valeur et le potentiel de l'énergie américaine »

Dans son dernier ouvrage, «*La Guerre des métaux rares*» (2017), Guillaume Pitron dénonce «la face cachée de la transition énergétique et numérique»

Le véhicule électrique ?
Inquiétudes (suite)

16 septembre 2017 **Les voitures électriques sont-elles vraiment «propres» ?**

http://www.liberation.fr/futurs/2017/09/16/les-voitures-electriques-sont-elles-vraiment-propres_1596551

l'ADEME souligne que *«sur l'ensemble de son cycle de vie, la consommation énergétique d'un VE [vehicule électrique] est globalement proche de celle d'un véhicule diesel»*. Cela s'explique(rait) par le fait qu'une voiture électrique nécessite deux fois plus d'énergie pour sa fabrication qu'une voiture thermique.

1er février 2018

http://www.liberation.fr/planete/2018/02/01/metaux-rares-un-vehicule-electrique-genere-presque-autant-de-carbone-qu-un-diesel_1625375

« Un véhicule électrique génère presque autant de carbone qu'un diesel »

Réalité ?

Coup de buzz de groupes de pression qui dramatisent le débat pour défendre leurs intérêts commerciaux ou idéologiques ?

Presse à sensation qui joue sur les peurs pour faire vendre du papier ?

Comment distinguer le vrai du faux ?

Comment instruire, sereinement, à charge et à décharge, le nécessaire et légitime débat contradictoire, afin que chacun puisse se forger sa propre opinion sur des bases rationnelles ?

Avec quelle grille de lecture ?

GRILLE DE LECTURE

Missions du CEA dans le cadre de la « transition énergétique »

- **Contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre**
- **Améliorer l'indépendance énergétique nationale en contribuant à limiter la consommation des énergies fossiles**
- **Contribuer à l'amélioration de l'efficacité énergétique et du cycle de vie des ressources matériaux**
- **Contribuer au développement de l'industrie nationale**

L'Europe n'a (en principe) pas d'autres missions que celles-ci…si l'on remplace « nationale » par « européenne »

VIABILITÉ ÉCONOMIQUE ?

De multiples tentatives depuis plus de 50 ans

AX, 106, SAXO and Berlingo : commercialisation en 1995, arrêt en 2002

(12 kWh Ni-Cd batteries, 85 km driving range)

Scoot'elec Peugeot : commercialisé en 1996, arrêt en 2006

« After having invested more than 100 M$ in the « Think » concept in 1998, Ford decides to withdraw in 2002 (1000 units sold for 4000/y expected) »

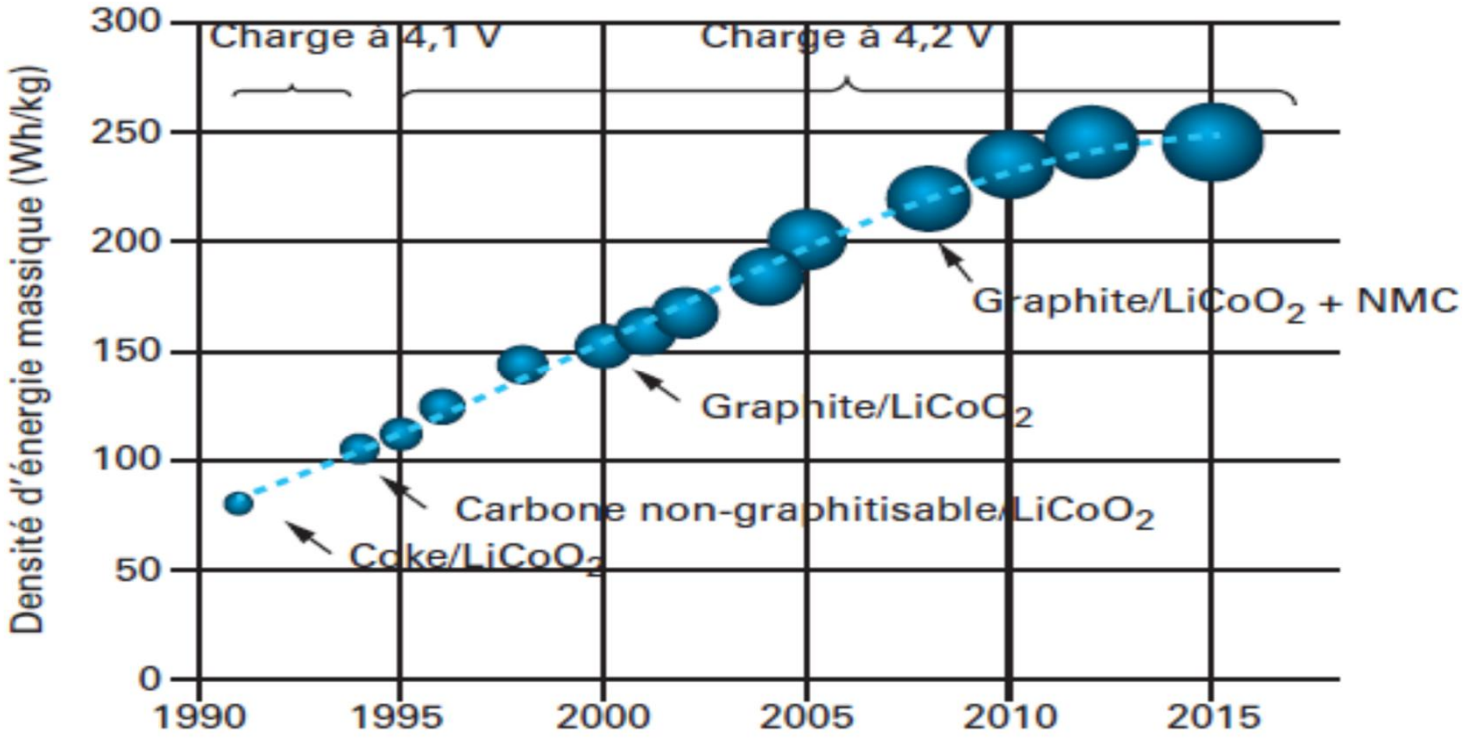
…toutes se sont soldées par des échecs…

…les technologies de batteries n'étaient pas prêtes…

…autonomie limitée, véhicules trop chers…

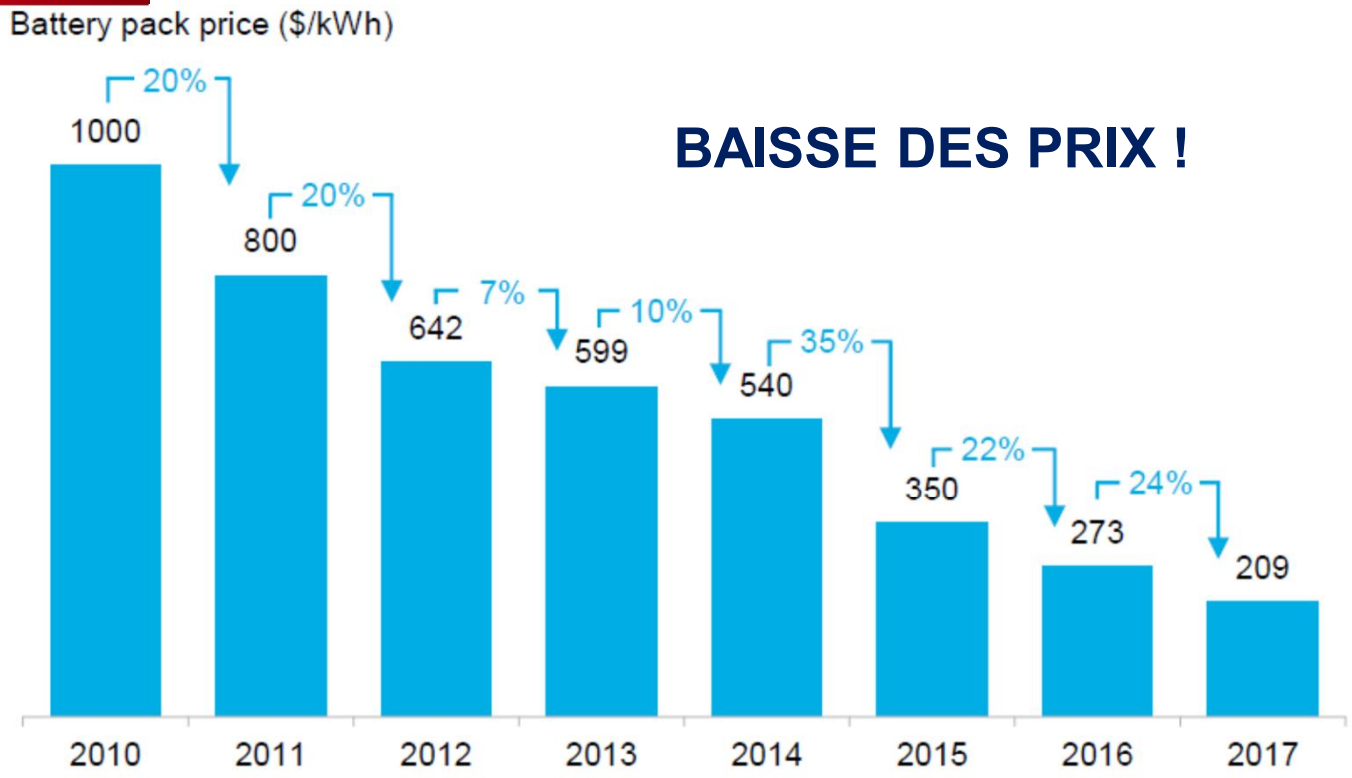
QU'EST-CE QUI A CHANGÉ ?

Les progrès des performances (Wh/kg; Wh/L; durée de vie en cyclage) des accumulateurs au lithium rendent réaliste leur intégration dans les véhicules



QU'EST-CE QUI A CHANGÉ ?

Evolution du coût des batteries au lithium (pack VE), $/kWh



BAISSE DES PRIX !

Source: Bloomberg New Energy Finance. Note: Prices are a weighted average for BEV and PHEV and energy storage and include both cells and packs. As of 2017, cell prices were around $147/kWh.

1ère version Renault Zoé: pack batterie LG 23 kWh 270 kg (85 Wh/kg)
120 km < autonomie < 200 km

2ème version Renault Zoé (2017) : pack LG 40 kWh 300 kg (138 Wh/kg)
250 km < autonomie < 400 km

Le marché décolle parce qu'une solution technique paraît désormais répondre à un besoin réel de façon économiquement rentable (initialement sur des produits « premium » ou subventionnés)

La poursuite de la croissance de la production devrait générer de nouvelles économies d'échelle et accentuer encore la baisse des prix, ouvrant la porte à un produit grand public non subventionné

Le premier à avoir osé se lancer dans cette course a été Elon Musk, allié à Panasonic (Tesla)

➔ co-investissement dans Gigafactory

A QUOI RESSEMBLE LA GIGAFACTORY PANASONIC/TESLA?

Batterie: 75-100 kWh embarqués

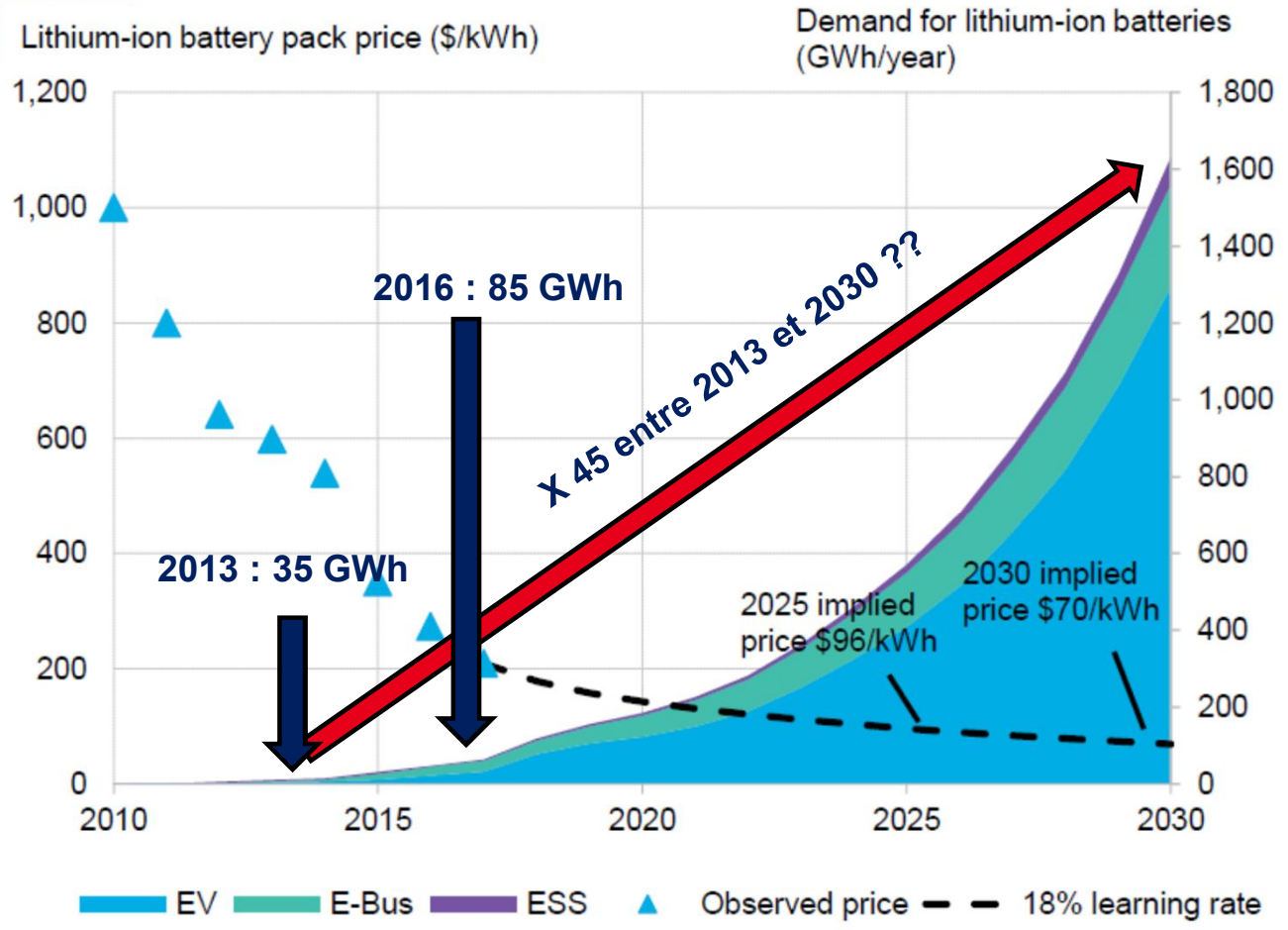
La deuxième plus grande usine du monde par sa taille

- **Investissement: ~ 5 milliards de $** (Panasonic/Tesla)
- **~ 35 GWh** de batteries/par an (500 000 véhicules)

1 Gigafactory PANASONIC/TESLA produira à elle seule plus de batteries au lithium en 2020 (GWh) que la totalité du marché en 2013 !

PANASONIC; CATL; SAMSUNG; LG; BYD > 90 % du marché (!)

LE MARCHÉ DÉCOLLE….DANS QUELLE MESURE ?



Source: Bloomberg New Energy Finance. Note: ESS is stationary energy storage applications.

ET AU-DELÀ DE 2030 ?

> 1 milliard de véhicules particuliers (VP) dans le monde (sans compter VUL, bus…)

Si 50 kWh embarqués [Zoé] par véhicule ➔ 50 TWh

La production de 100 Gigafactories de 50 GWh pendant 10 ans !!!

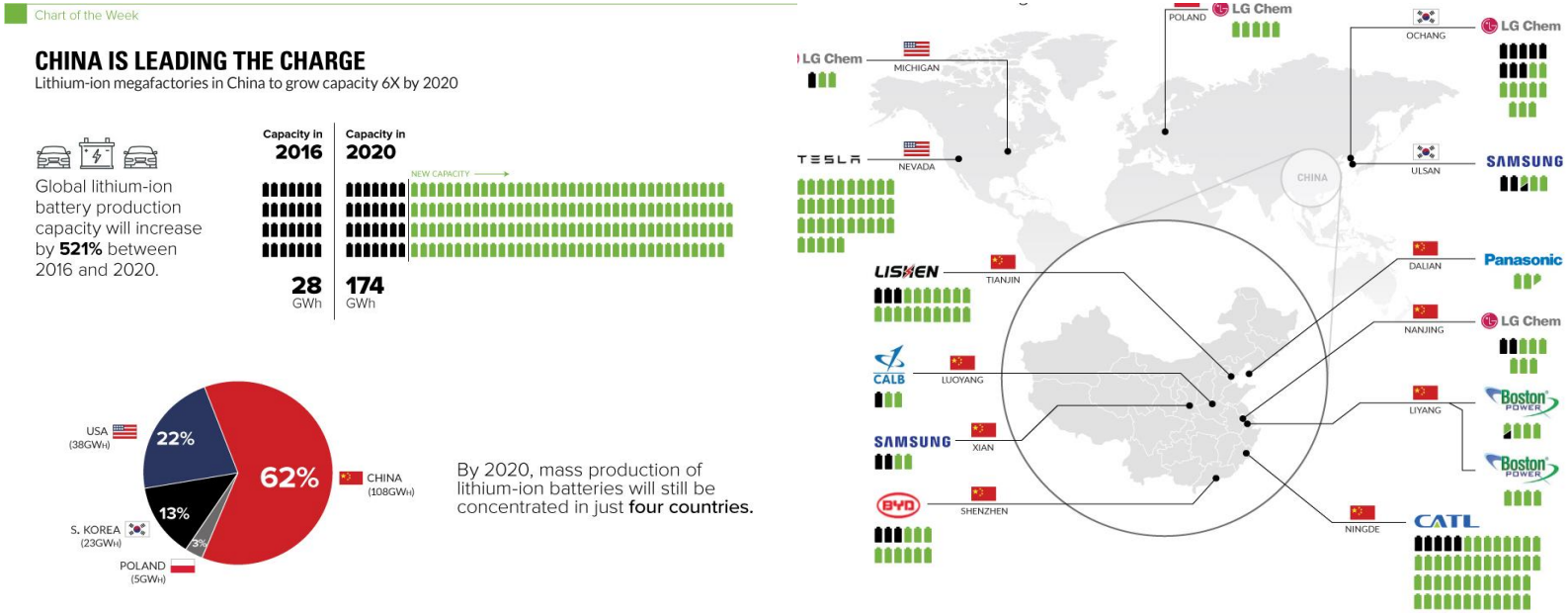
(on suppose que chaque batterie dure 10 ans)

file:///C:/Users/db122678/Downloads/Report_Batteries%20Workshop_January%2011%2012.pdf

LES GIGAFACTORIES POUSSENT PARTOUT

17 février 2017

http://www.visualcapitalist.com/china-leading-charge-lithium-ion-megafactories/



- **La production de batteries destinées aux VE devrait être multipliée par 20 entre 2016 et 2030**
- **La Chine devrait concentrer > 60 % de la production dès 2020**

Le véhicule électrique sera (très) probablement économiquement rentable…

Mais raisonnable ?

Quelle viabilité énergétique ??

Quelle viabilité environnementale (CO_2, matériaux…) ?

VIABILITÉ ÉNERGÉTIQUE ?

Quelques données de base

1 kWh c'est l'énergie requise pour élever 1 tonne à 360 mètres de hauteur

1 litre d'essence ≈ 10 kWh

Un véhicule à moteur thermique consomme 50 à 100 kWh aux 100 km

C'est l'énergie nécessaire pour chauffer une maison de 150m² en hiver pendant 12 heures (@ 5l/100 km (ou 24 heures @ 10 l/100 km)

Alors que 12-15 kWh seulement seraient nécessaires pour assurer la propulsion

40-85 kWh servent à réchauffer l'atmosphère…

~ 15 kWh/100 km: C'est ce que consomme un véhicule électrique !

Le VE permet non seulement de substituer l'électricité au pétrole, mais aussi de réduire l'énergie consommée

SI ON VA DIRECTEMENT AUX CONCLUSIONS…

L'électrification de **la moitié du parc de VP** français (16 millions de véhicules sur 32 millions) permettrait:

- **de réduire** d'environ 11 Mtep les importations de pétrole, soit environ **15% de la consommation totale en énergies fossiles** = 73 MTep*)

- **de réduire d'environ 8-9 Mtep (soit d'environ 6%) la consommation totale d'énergie finale** de la France (150 MTep)

- de **réduire la facture pétrolière de ~ 4,5 milliards d'Euros** @ 50 $/baril

Et de surcroît :

- de disposer d'un système de **stockage tampon d'énergie** permettant **d'amplifier très significativement les bénéfices précédents** en rendant de nouveaux services (véhicules connectés au réseau) :
  - *fourniture d'*énergie au réseau aux heures de pointe [réduction investissements (lourds) de renouvellement du parc]
  - *absorption* d'énergie *ENR*

1 tep = 11628 kWh

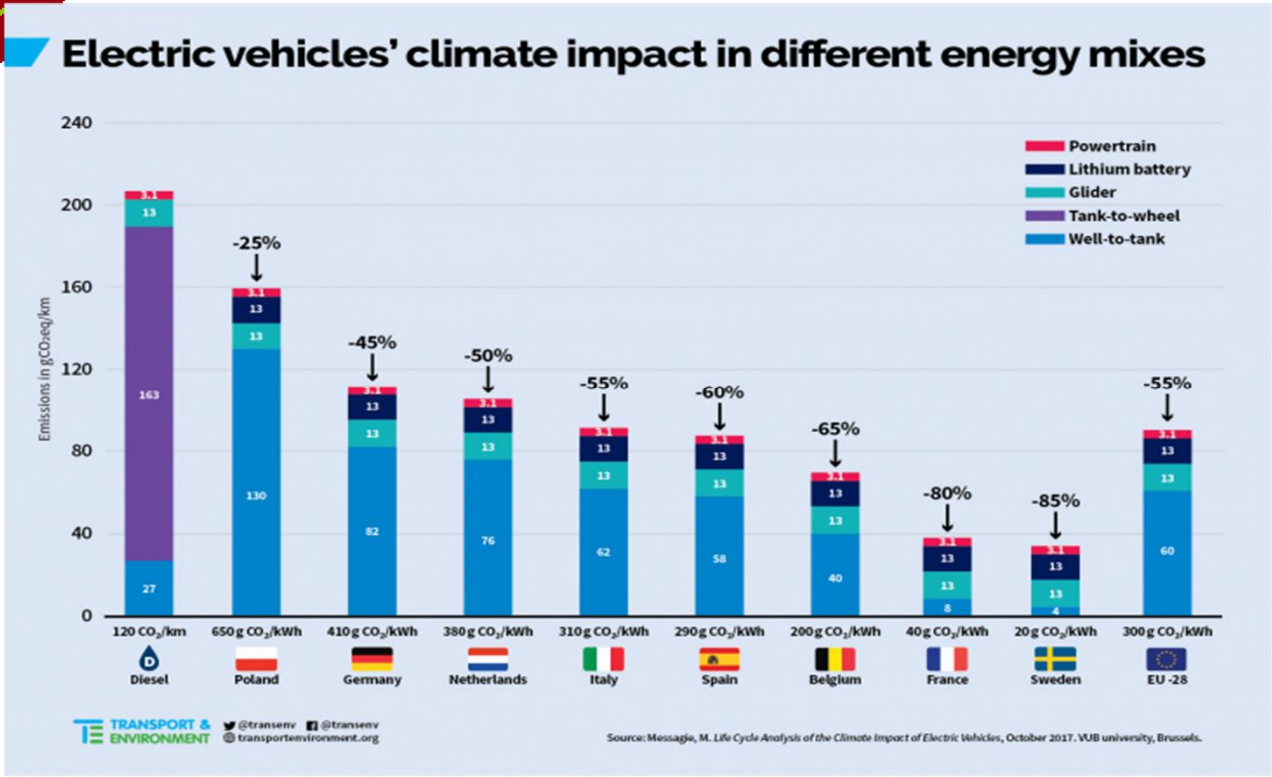
Ces conclusions sont tout particulièrement vraies en France, qui dispose d'une production d'électricité déjà très largement décarbonée

Sont-elles encore recevables dans les autres pays (qui produisent leur électricité avec du gaz, du pétrole, et/ou du charbon) ?

VIABILITÉ ENVIRONNEMENTALE : LE CO_2

(le bilan CO_2 et l'efficacité énergétique sont liés)

VE “pas propres ?”
empreinte carbone sur le cycle de vie complet



Décembre 2017

Alors que d’anciennes études faisaient état de résultats mitigés voire négatifs en ce qui concerne les émissions de CO_2 sur le cycle de vie des véhicules électriques, une étude universitaire publiée en décembre 2017 par l’ONG « Transport & Environment » remet les pendules à l’heure.

Cycle de vie : en France, la voiture électrique émet 80 % de CO_2 en moins que le thermique

http://www.automobile-propre.com/france-voiture-emet-80-pourcent-co2-en-moins-thermique/

VIABILITÉ ENVIRONNEMENTALE : LES MATÉRIAUX

(où l'on va voir que les 3 critères sont étroitement liés et qu'il va falloir ajuster les conclusions au fil de l'eau)

VIABILITÉ ENVIRONNEMENTALE: LES MATÉRIAUX CRITIQUES

LA CRITICITÉ DÉPEND :

- De la quantité totale de matériaux nécessaire (pour fabriquer les batteries)
- De la disponibilité des matériaux (ressources)
- De l'efficacité du recyclage

LA QUANTITÉ TOTALE DES MATÉRIAUX NÉCESSAIRE DÉPEND :

- De la part ***réelle*** de marché prise par le véhicule « électrifié »
- Du ***type de véhicule*** « électrifié »
- Du ***type de batterie*** utilisée

LES MATÉRIAUX DANS LES ACCUMULATEURS AU LITHIUM

LA QUANTITÉ ET LA NATURE DES MATÉRIAUX UTILISÉS DÉPEND :

- **De la part de marché prise par le véhicule « électrifié »**
- Du type de batterie utilisée
- Du type de véhicule « électrifié »

QUELLE PART DE MARCHÉ EN 2030 ?

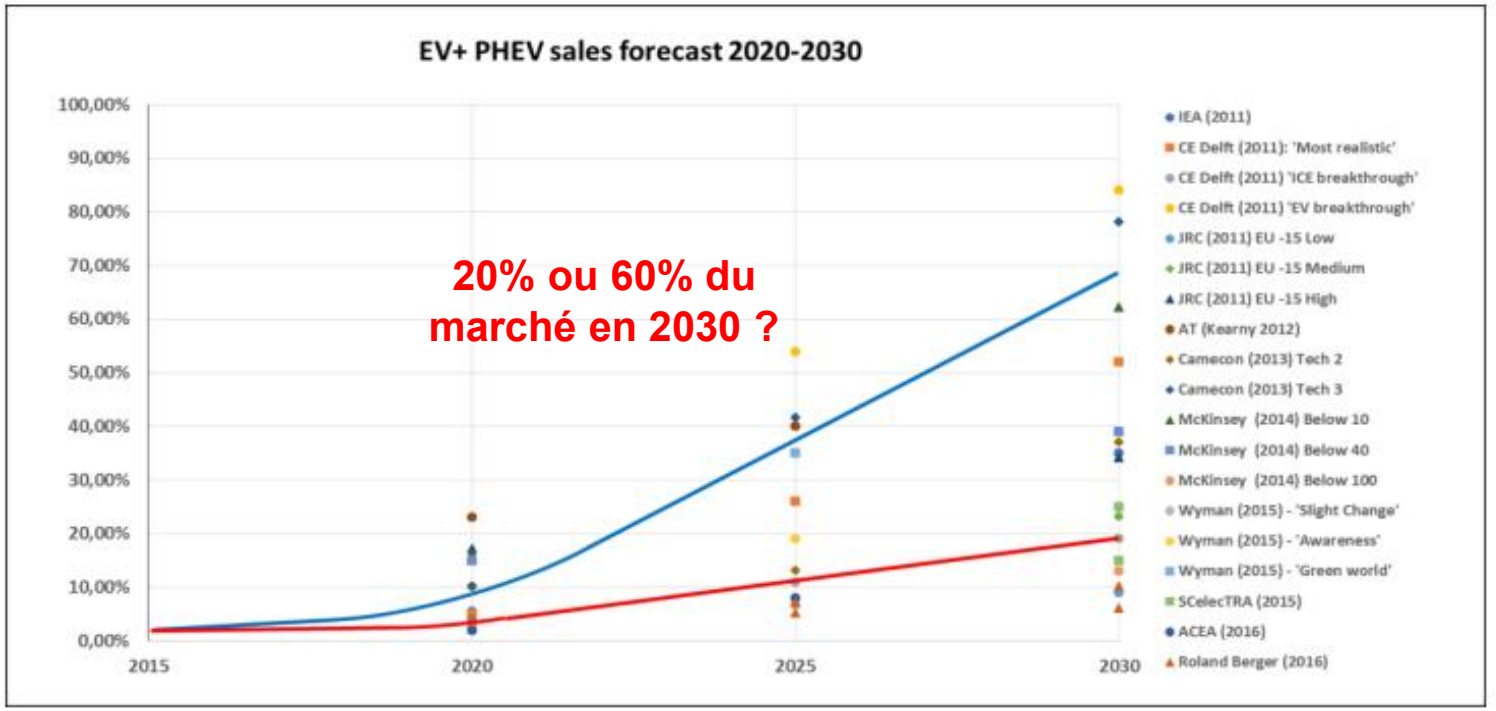
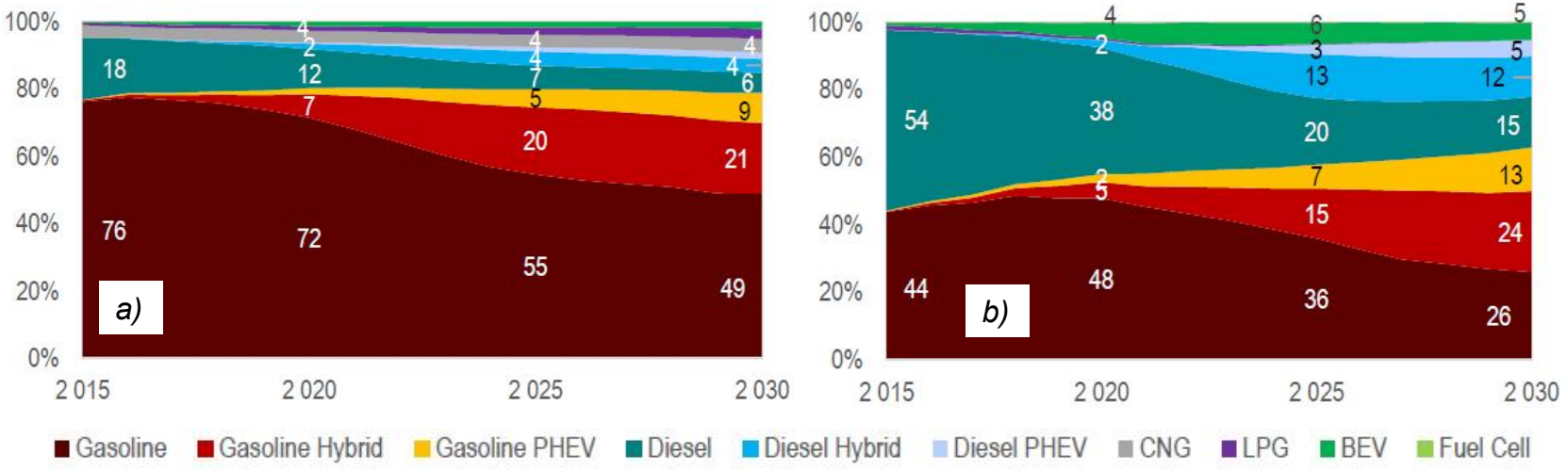


Figure 5: *Overview of recent market forecasts for Europe in literature[27], and market share projections for electric and plug-in hybrid vehicles (new sales). Lower curve: perseverant market scenario based on CO2 targets achieved with a focus on technology improvements and hybridization of ICE-based vehicles. Upper curve: expected development under assumption of reaching major technological breakthrough for EVs (Battery technology:*

Fortes incertitudes : se faire sa propre opinion !

PART DE MARCHÉ: VISION DE LA PFA

Ventes à l'échelle mondiale (a) et en Europe (b) pour les VL selon le scénario le plus réaliste (selon eux)



Source: Rapport PFA 28 mars 2017: véhicules à faible empreinte environnementale

➔ En 2030, la part des véhicules légers électrifiés [BEV; HEV & PHEV] devrait être voisine de 23% du parc en Europe

Absurde ?

AU BILAN, POUR LA FRANCE

Environ 20% du parc de véhicules particuliers français « électrifié » en 2030 (?) [5-6 millions de véhicules]

Sachant que le taux de renouvellement du parc de véhicules neufs de 6%/an…

…si on suppose qu'un véhicule neuf sur deux vendu à partir de 2023 est un véhicule électrifié…

3% pendant 7 ans ➔ 21% en 2030

Sentiment *personnel* : scenario conservateur

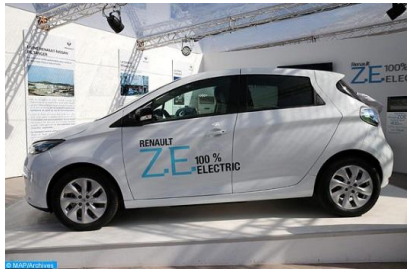
LES MATÉRIAUX DANS LES ACCUMULATEURS AU LITHIUM

LA QUANTITÉ ET LA NATURE DES MATÉRIAUX UTILISÉS DÉPEND :

- De la part de marché prise par le véhicule « électrifié »
- **Du type de véhicule « électrifié »**
- Du type de batterie utilisée

QUEL VEHICULE ELECTRIFIE ?

- Véhicule « tout-électrique » (batterie 40-100 kWh) ?



- Véhicule « mild hybrid » (batterie quelques kWh, quelques km d'autonomie en mode tout électrique) ?

- Véhicule « PHEV » (plug-in hybrid electric vehicle »)
  - batterie 8-10 kWh
  - ~ 60-80 km d'autonomie et ~ 70% du kilométrage annuel en mode tout- électrique
  - < 2 litres d'essence aux 100 km

Quel est le meilleur (moins mauvais) compromis ??

QUEL VEHICULE ELECTRIFIE ?

Les constructeurs auto et l'Europe : le choix du véhicule tout-électrique (?)

« L'équation de la voiture électrique est simple: il faut que nous soyons capables **d'augmenter l'autonomie** des batteries, et de **réduire leur temps de charge** »

Renault, **L'usine Nouvelle, Cahier n°2, 6 avril 2017**

Novembre 2017

augmenter l'autonomie

Charge rapide 3 minutes (!)

Appel d'offres Europe		Current (2014/ 2015)	2020	2030
Performance targets for automotive applications				
1	Gravimetric energy density [Wh/kg]			
	pack level	85-135	250	> 250
	cell level	90-235	400	> 400
2	Volumetric energy density [Wh/l]			
	pack level	95-220	500	> 500
	cell level	200-630	750	> 750
3	Gravimetric power density [W/kg]			
	pack level	330-400	470	> 470
	cell level		700	> 700
4	Volumetric power density [W/l]			
	pack level	350-550	1.000	> 1.000
	cell level		1.500	> 1.500
5	Fast recharge time [min] (70-80% ΔSOC)	30	15	3
6	Battery life time			
	Cycle life to 80% DOD [cycles]		1.000	5.000
	Calendar life [years]	8-10	15	20

SET PLAN AND TARGETS https://setis.ec.europa.eu/system/files/integrated_set-plan/action7_issues_paper.pdf

LA CHARGE RAPIDE DU VÉHICULE TOUT ÉLECTRIQUE ???

50 kWh à recharger en 3 minutes ça fait…1000 kW par véhicule (!)

On va relâcher un peu les contraintes on va retenir 350 kW

Si on considère qu'à tout moment il doit bien y avoir 10 000 véhicules en train de faire le plein en station-service ça fait donc…

350 kW x 10 000 = …3 500 MW à délivrer…

…soit 3 tranches nucléaires à plein régime…en plein jour, aux moments ou le réseau est - souvent- saturé…

Sans compter le cuivre nécessaire, les pertes ohmiques dans le chargeur, le coût des installations…

La charge rapide ça va bien pour quelques Tesla, mais pour un véhicule grand public ??

LES MATÉRIAUX DANS LES ACCUMULATEURS AU LITHIUM

LA QUANTITÉ ET LA NATURE DES MATÉRIAUX UTILISÉS DÉPEND :

- De la part de marché prise par le véhicule « électrifié »
- Du type de véhicule « électrifié »
- **Du type de batterie utilisée**

QUEL TYPE DE BATTERIE (MATÉRIAU DE CATHODE) ?

La priorité des 10-15 prochaines années sera d'amortir les coûts colossaux des Gigafactories

On ne changera probablement pas (beaucoup) les matériaux utilisés

Le plus probable: la filière « NMC-Graphite » sera la filière de référence pour le VE/PHEV dans les années à venir

QUELS MATÉRIAUX CRITIQUES ?

$LiNi_xMn_yCo_zO_2$ (NMC)/Electrolyte/Graphite

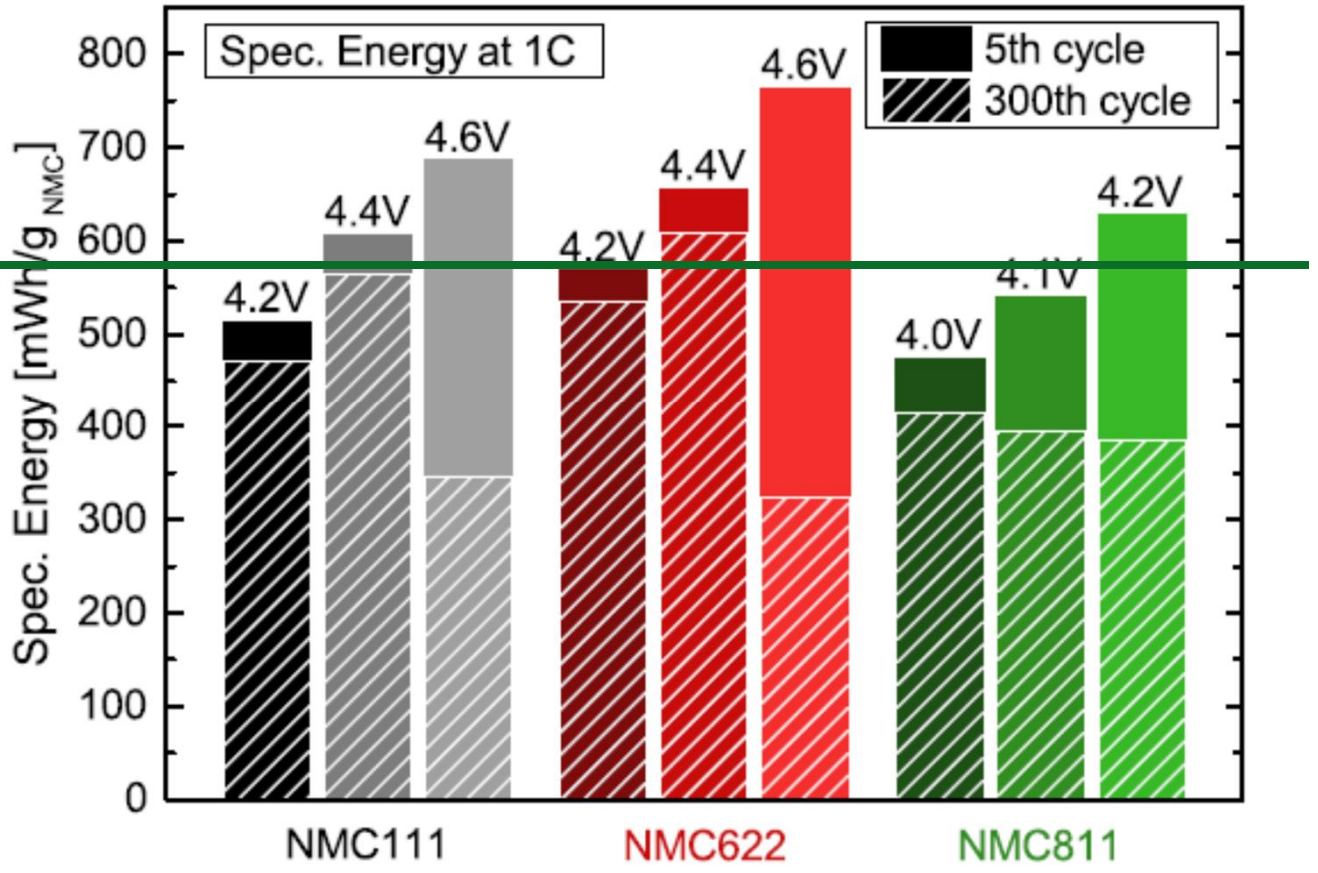
4 matériaux de cathode pour lesquels la question peut se poser

- **Le Lithium**
- **Le Cobalt**
- **Le Nickel**
- **Le Manganese**

QUELLE QUANTITÉ DE MATÉRIAU ?

Journal of The Electrochemical Society, **164** (7) A1361-A1377 (2017)

~ 570 Wh/kg de NMC



QUEL BESOIN DE MATÉRIAUX PAR VÉHICULE ?

Journal of The Electrochemical Society, **164** (7) A1361-A1377 (2017)

"Lithium Ion battery Supply chain considerations: analysis of Potential Bottlenecks in Critical materials" Joule 1 229-243 October 11, 2017

Base calcul: 570 Wh/kg de NMC soit 1,754 kg/kWh de composé NMC

Cobalt (%)	kg/kWh	BEV (50 kWh)	PHEV (10 kWh)
NMC 111 (20,36%)	0,357 kg/kWh	17,85 kg	3,57 kg
NMC 622 (12,16%)	0,213 kg/kWh	10,65 kg	2,13 kg

Lithium (%)	kg/kWh	BEV (50 kWh)	PHEV (10 kWh)
NMC 111 (7,2 %)	0,122 kg/kWh	6,1 kg	1,22 kg
NMC 622 (7,2 %)	0,122 kg/kWh	6,1 kg	1,22 kg

Nickel	kg/kWh	BEV (50 kWh)	PHEV (10 kWh)
NMC 111 (20,2%)	0,354 kg/kWh	17,7 kg	3,54 kg
NMC 622 (36,3%)	0,636 kg/kWh	31,8 kg	6,36 kg

QUELLES RESSOURCES/RÉSERVES ?

Ressources: gisements connus susceptibles d'être exploités

Réserves: ressources exploitables du point de vue technique et économique

Les montants des ressources et des réserves peuvent différer sensiblement entre eux et les deux évoluent avec le temps

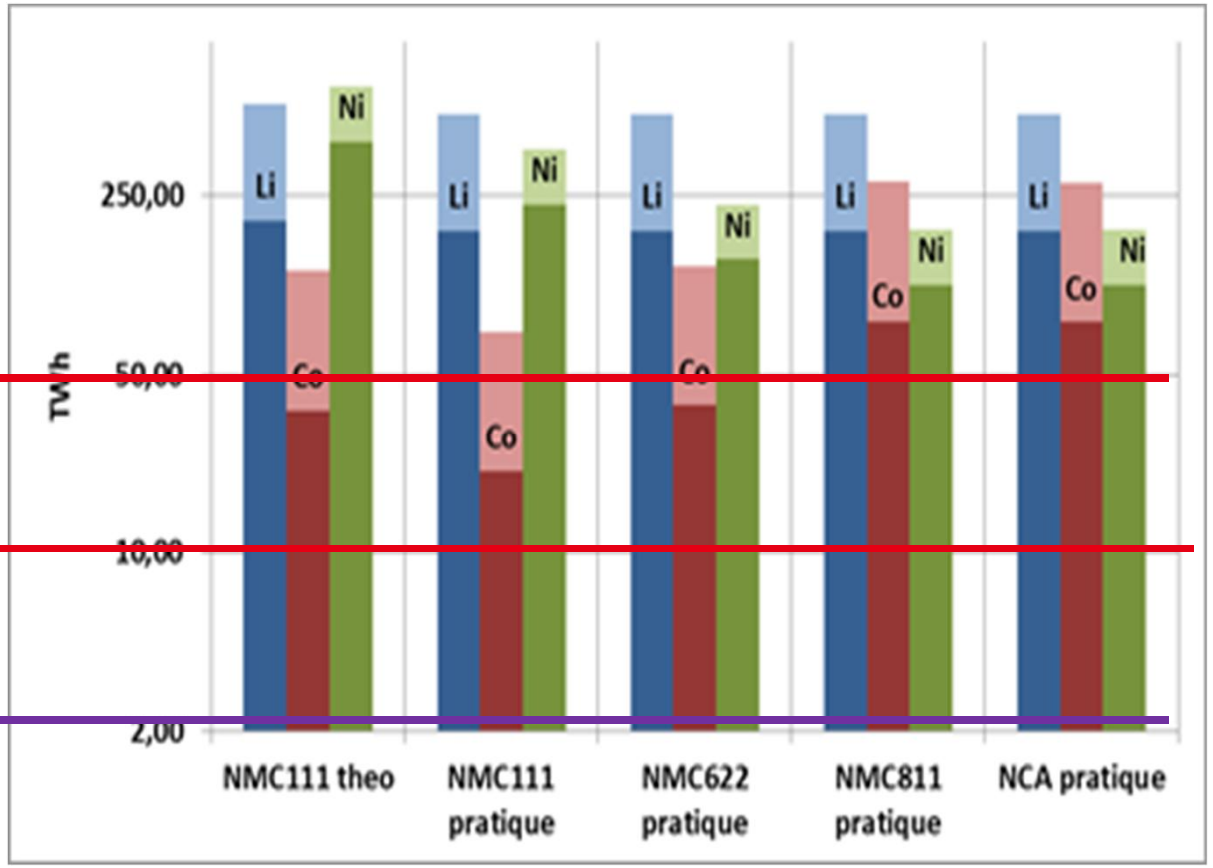
http://www.ifri.org/fr/publications/etudes-de-lifri/transition-energetique-face-defi-metaux-critiques-une-domination-de

RESERVES/RESSOURCES MATÉRIAUX

parc VP mondial complètement électrifié VE (50 kWh embarqués par véhicule) : 50 TWh (ordre de grandeur). (1 MM véhicules)

parc VP mondial PHEV (10 kWh embarqués par véhicule) : 10 TWh (ordre de grandeur). (1 MM véhicules)

parc VP européen complètement électrifié PHEV (10 kWh embarqués par véhicule) : 2 TWh (ordre de grandeur). (200 M véhicules)



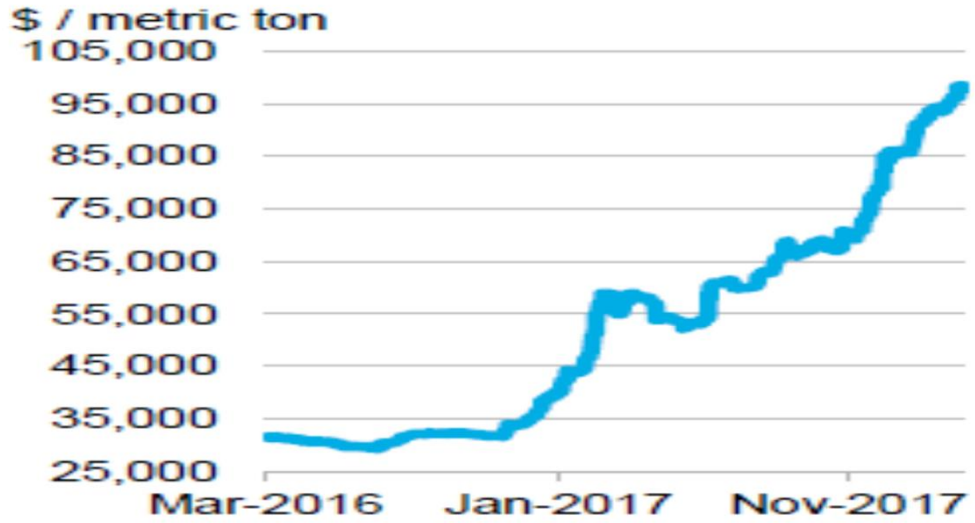
AU BILAN:

- **Mission impossible VE pur 50 kWh sauf à trouver substituts au Cobalt et au Nickel**
- **Compliqué mais jouable avec PHEV 10 kWh mais recyclage efficace indispensable**

TOUT-ÉLECTRIQUE ?
TENSIONS SUR LE COBALT

Le prix marché du cobalt (London Metal Exchange)

Figure 14: Cobalt spot price



Source: Bloomberg Note: Shanghai spot price, correct as of March 6, 2018

TOUT ELECTRIQUE ?
SÉCURISATION DES SOURCES A TOUT PRIX

4 mai 2018

Alors qu'il annonçait à la mi-mars avoir sélectionné des partenaires en Europe et en Chine pour une commande de 20 milliards d'euros de cellules batteries, le groupe allemand vient d'annoncer avoir porté cette somme à 40 milliards.

http://www.automobile-propre.com/breves/volkswagen-passe-sa-commande-batteries-a-40-milliards-euros/

BILAN ENVIRONNEMENTAL (MATÉRIAUX)

Le scénario d'une forte hausse de la demande en métaux critiques paraît avéré

- **Le cobalt, sous produit de l'extraction de nickel et du cuivre, paraît constituer un premier point dur majeur (chronologique)**
- **Le cuivre (moteurs) paraît constituer le second facteur limitant, amplifié de surcroît par la demande ENR (éolien, photovoltaïque) et par la substitution de l'électricité au pétrole partout où cela sera possible**
- **Les progrès réalisés dans l'extraction du lithium devraient permettre de repousser (provisoirement) la question de sa criticité à 2030-2035**

LES FAITS

- La Chine détient le quasi-monopole de l'extraction du cobalt (mines RdC)
- La Chine, grâce à une stratégie clairvoyante et volontariste déployée dès la fin du 20ème siècle, détient d'ores et déjà le leadership et la mainmise sur l'ensemble de la chaîne de la valeur
- L'Europe a pris plus d'une quinzaine d'années de retard et commence à réaliser les enjeux.
- C'est probablement la survie de l'industrie automobile européenne qui est en jeu

CONCLUSION : AGIR (?)

Mise en place impérative

- D'une filière de fabrication de véhicules électrifiés adaptés

  ➔ Véhicule tout électrique ? Hybride PHEV ?

- D'une filière de fabrication de batteries

  ➔ À teneur réduite en matériaux sensibles

  ➔ Compatible avec les procédés des Gigafactories

- D'une filière de recyclage

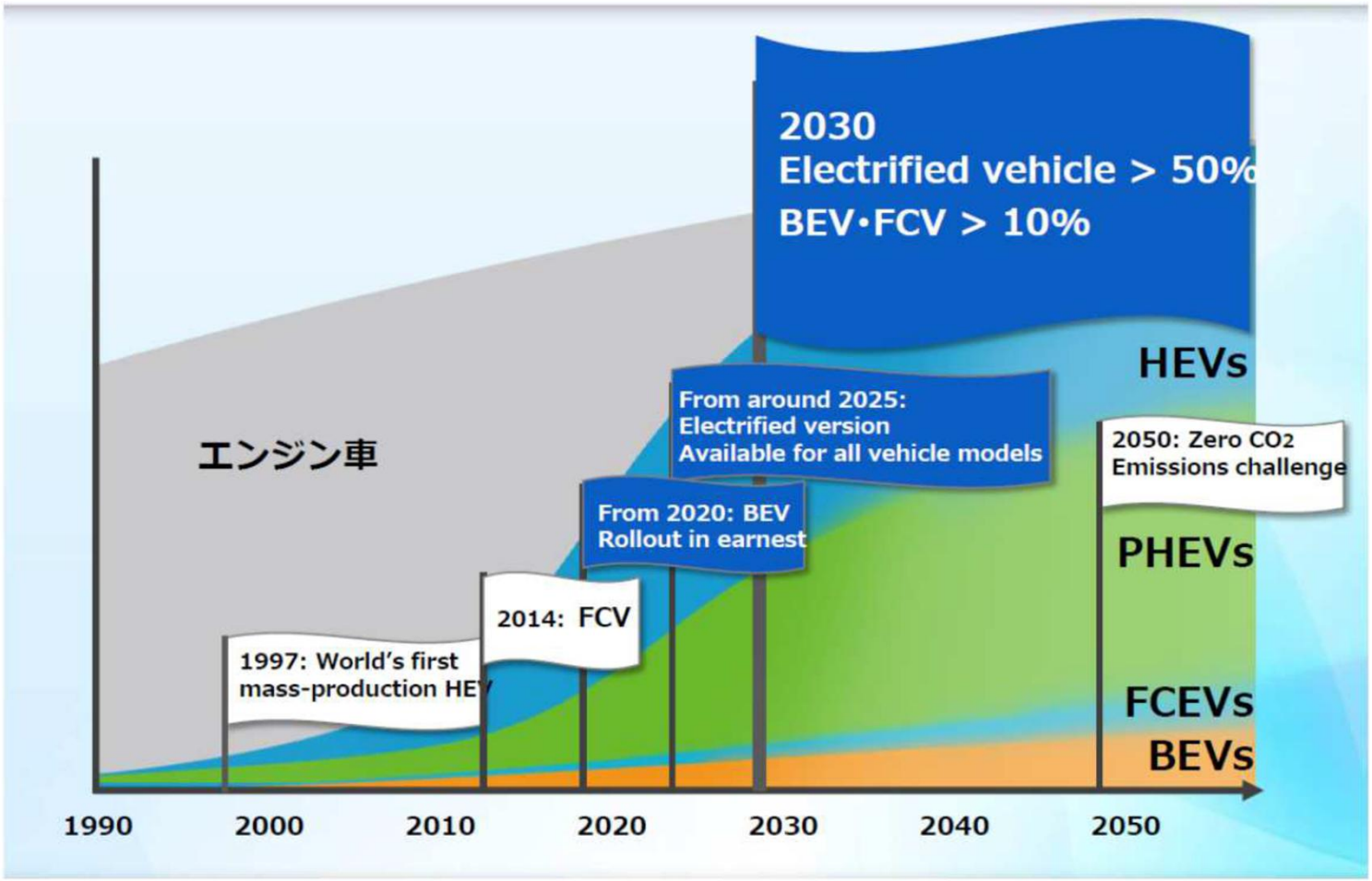
  ➔ Cobalt, cuivre, nickel, lithium, terres rares…

De nombreux acteurs de la recherche et industriels à mobiliser autour de cet enjeu critique pour la France et pour l'Europe

La France dispose des compétences et de l'attractivité nécessaires

> 4 Gigafactories en cours d'étude en Europe, aucune en France (!)

VISION DU JAPON (TOYOTA)



MOBILITÉ: POURQUOI LE PHEV ?

Avantages:

- autonomie & fonctionnalités = identiques à celles d'un véhicule ICE
- 60-80 km autonomie avec 8-10 kWh embarqués > 70% du kilométrage en mode tout électrique et 30% du kilométrage avec assistance ICE ➔ **consommation moyenne lissée sur l'année < 2 litres (?) essence/100 km**
- le PHEV sera **plus léger et moins coûteux** qu'un véhicule tout électrique, et à peine plus cher et plus lourd qu'un véhicule hybride simple
- meilleure maîtrise de la **sécurité** avec pack 4-5 fois plus petit
- 5 packs batteries PHEV (8 kWh embarqués) pour 1 pack véhicule tout électrique (Zoé: 41 kWh) ➔ **réduction contraintes développement marché** et du **risque rupture d'approvisionnement** (matériaux, modules)
- 8-10 kWh : recharge possible en 4-5 heures sur une **prise standard 2 kW**
- « petit » moteur ICE fonctionnant à régime optimal ➔ réduction consommation
- poids batterie 8-10 kWh + ICE (ou PàC ?) + hybridation < poids batterie 40 kWh ➔ on évite de trimballer une batterie sur roulettes

DU NOUVEAU ?

12 septembre 2018

Saft n'exclut pas d'ouvrir une usine en France pour équiper le véhicule électrique

Le fabricant de batteries Saft, au coeur d'une alliance avec les allemands Siemens et Manz et le belge Solvay qu'il a formée en début d'année, entend bien s'imposer comme le champion européen d'un secteur promis à une forte croissance et prisé des acteurs asiatiques: les batteries électriques pour l'automobile. "Les constructeurs automobiles réfléchissent en ce moment à l'approvisionnement de leurs modèles qui vont sortir en 2022-2023, donc c'est encore le bon moment. Le marché va grossir et il y a de la place pour de nouveaux entrants à condition de s'y prendre suffisamment tôt", a expliqué Jean-Baptiste Pernot, directeur des opérations de la filiale de Total, lors d'un entretien accordé à Reuters.

La société prévoit de consacrer 200 à 300 millions d'euros en recherche et développement (R&D) à son projet de batteries de nouvelle génération

"Le montant pour devenir un champion de la batterie d'ici 2030 se compte en milliards d'euros, et plus près de la dizaine de milliards d'euros que du milliard, tout compris", a souligné Jean-Baptiste Pernot. Selon le dirigeant, qui pilote l'alliance formée par Saft, le marché européen de la batterie pourrait atteindre environ 150 à 200 gigawattheures (GWh) à horizon 2025 et "probablement deux fois plus en 2030".

https://www.usinenouvelle.com/article/saft-n-exclut-pas-d-ouvrir-une-usine-en-france-pour-equiper-le-vehicule-electrique.N740629

DU NOUVEAU ?

12 septembre 2018

Saft n'exclut pas d'ouvrir une usine en France pour équiper le véhicule électrique

Les ambitions de Saft s'inscrivent dans la stratégie commune de l'Union européenne en matière d'énergie et du projet, dévoilé fin 2017, de doter l'Europe de sa propre filière technologique pour le stockage d'électricité. La création d'un "Airbus des batteries" permettrait au continent de retrouver une certaine indépendance face au quasi-monopole de l'Asie, représentée notamment par les coréens LG Chem et Samsung SDI, ou le chinois CATL.

Le fabricant de batteries pourrait préciser son futur dispositif industriel au cours du premier trimestre 2019 et n'exclut pas de produire en France ses modèles de nouvelle génération

…il peut y avoir une usine en France qui serve les constructeurs français et allemands et puis une usine en Allemagne qui serve les allemands et les français, ou même ailleurs, c'est très ouvert", a précisé Jean-Baptiste Pernot. "Il faut trouver un endroit où on puisse avoir des bonnes conditions de compétitivité et de la main d'oeuvre très qualifiée."

https://www.usinenouvelle.com/article/saft-n-exclut-pas-d-ouvrir-une-usine-en-france-pour-equiper-le-vehicule-electrique.N740629

POUR FINIR: UNE JOURNÉE ORDINAIRE EN 2030 (5 MILLIONS D'AUTOMOBILISTES « ÉLECTRIFIÉS ») ?

- charge nocturne : 7-10 kWh consommés (heures creuses, parc nucléaire ou éolien) entre minuit et 5 heures du matin, prise standard 2 kW (impossible avec véhicule tout électrique > 20 KWh !!)
- 7h30 heures: trajet domicile-travail (mode tout-électrique, zéro émission, zéro pétrole consommé) : 25 km - 3 kWh consommés
- 10h-15h: parking entreprise - 3 kWh énergie PV ou éolienne absorbés
- 18h: retour domicile (mode tout électrique, zéro émission, zéro pétrole) 3 KWh consommés. Reste 5-7 kWh disponible dans la batterie
- 19h: pic de consommation. Avec votre accord, 1 à 5 kWh peuvent être fournis (vendus!) au réseau en fonction du besoin
- Retour à la case charge nocturne

Si trajet + important : mode thermique (ou PàC si motorisation thermique bannie ?) à l'issue des 60-80 1ers km effectués en mode tout-électrique

Consommation moyenne véhicule lissée sur l'année < 2l/100 km essence