



Expertise comptable  
et conseil aux IRP

# Analyse des enjeux sur les motorisations alternatives

Hydrogène et Électricité : les nouvelles sources d'énergie  
au cœur de la mobilité

1, avenue Foch - BP 90448  
57008 Metz Cedex 1  
Tél : 03.87.17.32.60

15, rue du Faubourg Montmartre  
75009 PARIS  
Tél : 01.55.28.37.60

[www.groupe3e.fr](http://www.groupe3e.fr)

Intervenants :

Patrick CHIRON  
[pchiron@3econsultants.fr](mailto:pchiron@3econsultants.fr)

Didier GUYOT  
[dguyot@3econsultants.fr](mailto:dguyot@3econsultants.fr)

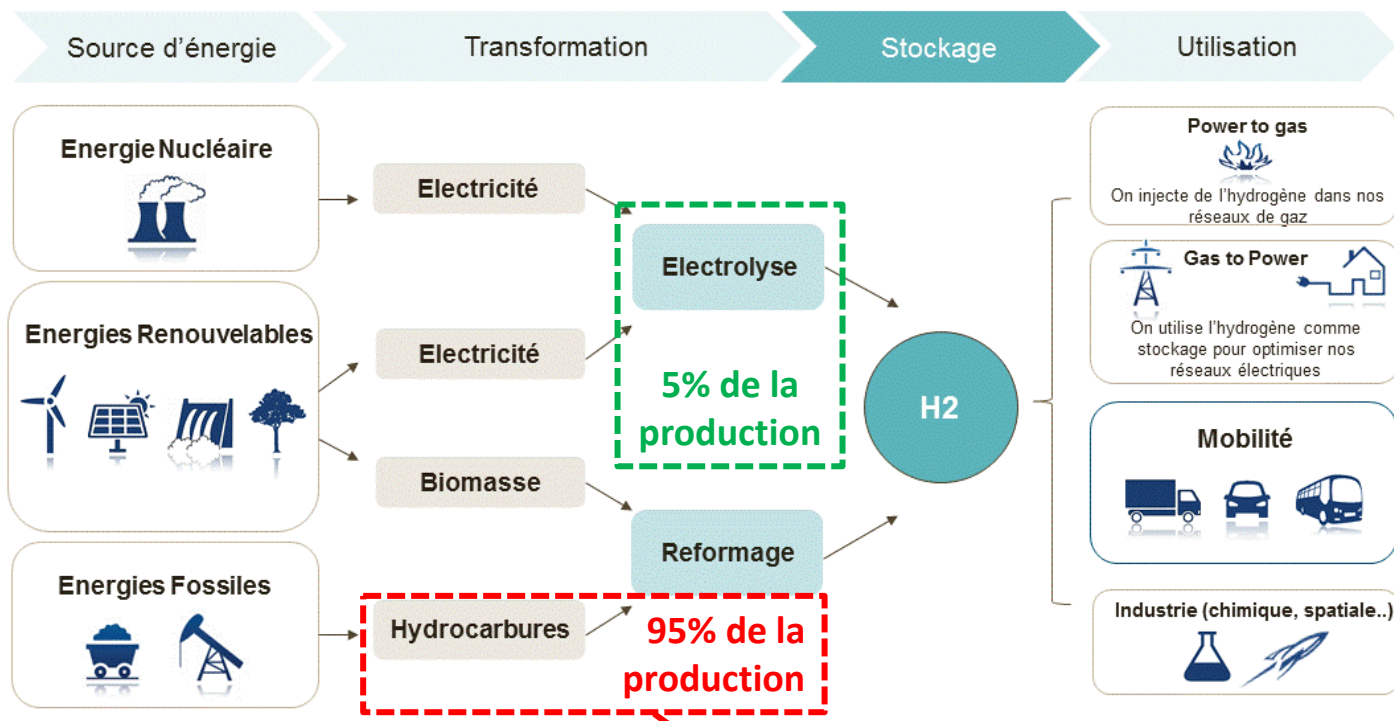


Octobre 2020

# L'hydrogène : un marché en démarrage pour un passage à l'industrialisation dans les 10 ans

---

# Plusieurs débouchés et applications sont possibles pour l'hydrogène



Source : AFHYPA, L'Hydrogène en France en 2015

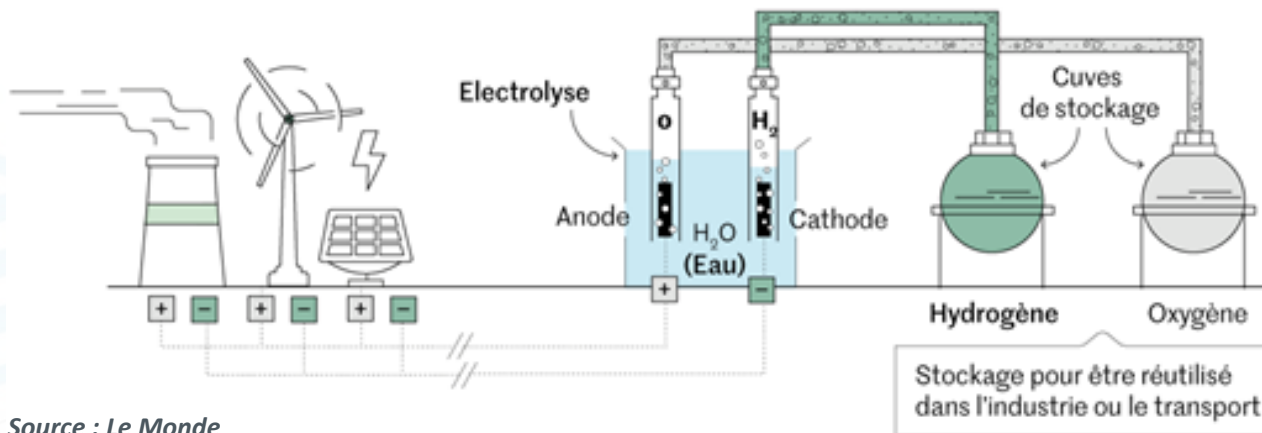
Usine de vaporeformage



- L'Hydrogène est utilisé depuis de nombreuses années dans l'Industrie.
- Il est aujourd'hui majoritairement fabriqué à partir de gaz ou de gaz naturel par vaporeformage, mais cette méthode est particulièrement polluante (on l'appelle "l'hydrogène gris")
- 95 % de l'hydrogène est aujourd'hui produit de manière fossile avec :
  - 48% au Gaz naturel
  - 30% par hydrocarbures
  - 18% par Charbon

# Seule la production d'hydrogène par électrolyse apporte un intérêt climatique

## Procédé de production de l'hydrogène "décarboné"

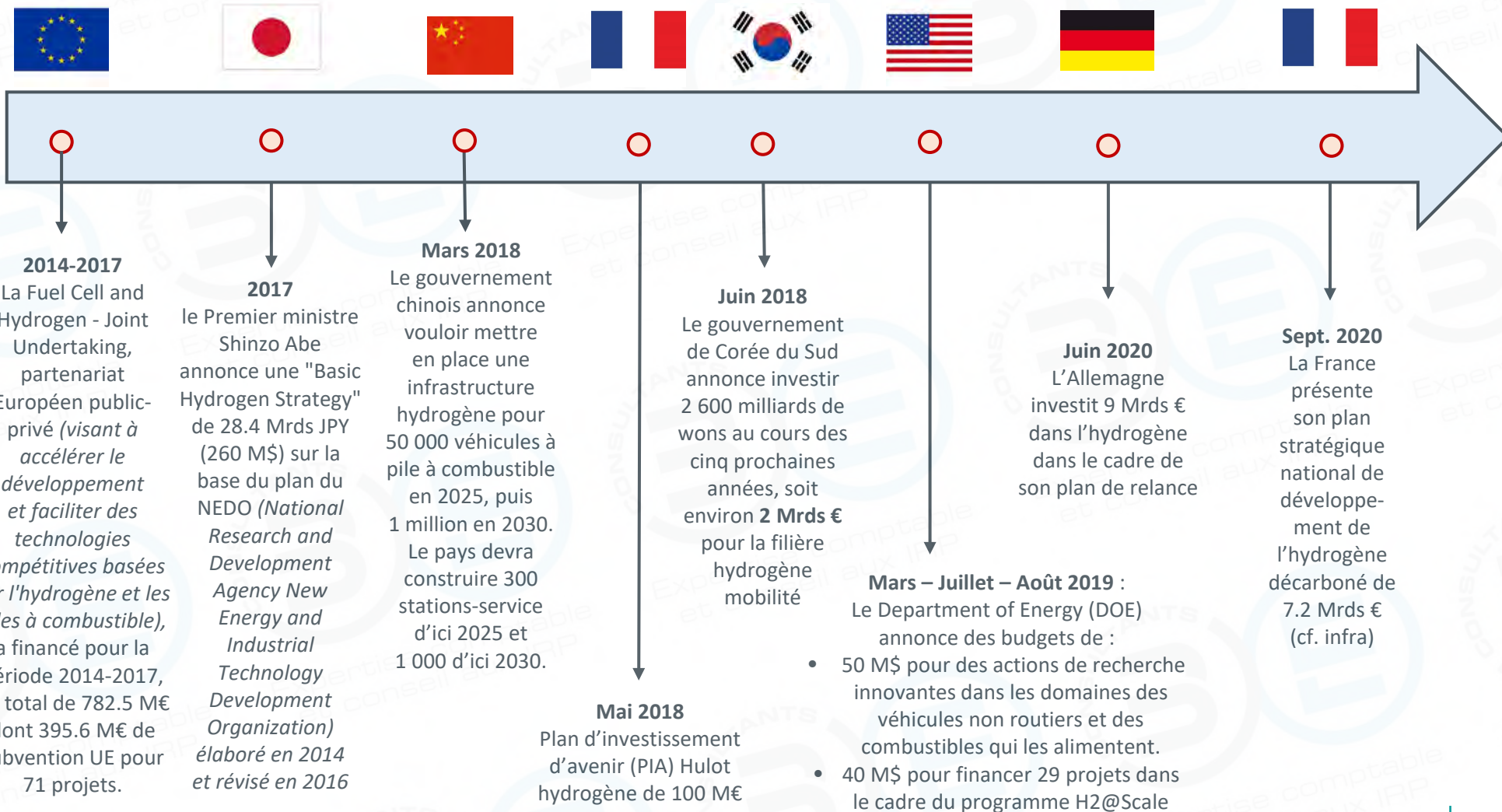


Source : Le Monde

- L'Hydrogène devient une énergie intéressante lorsqu'il est produit par électrolyse : de l'électricité est utilisée pour scinder les molécules d'eau en hydrogène et en oxygène.

- Ce procédé est faiblement émetteur de CO<sub>2</sub> si l'électricité est issue des énergies renouvelables (il est alors considéré comme "vert") ou du nucléaire (il est alors considéré comme "décarboné").
- Toutefois, la production d'hydrogène par électrolyse est une méthode de production aujourd'hui peu répandue car coûteuse : de l'ordre de 4 euros/kg, soit le double de la production par vaporeformage, ce qui explique que 95 % de l'hydrogène est aujourd'hui produit à base d'énergie.

Les principales économies mondiales se sont lancées dans une course au développement de l'hydrogène – *avec des moyens contrastés* – : enjeux politiques (indépendance énergétique) et stratégiques (développement de filières industrielles) se mêlent

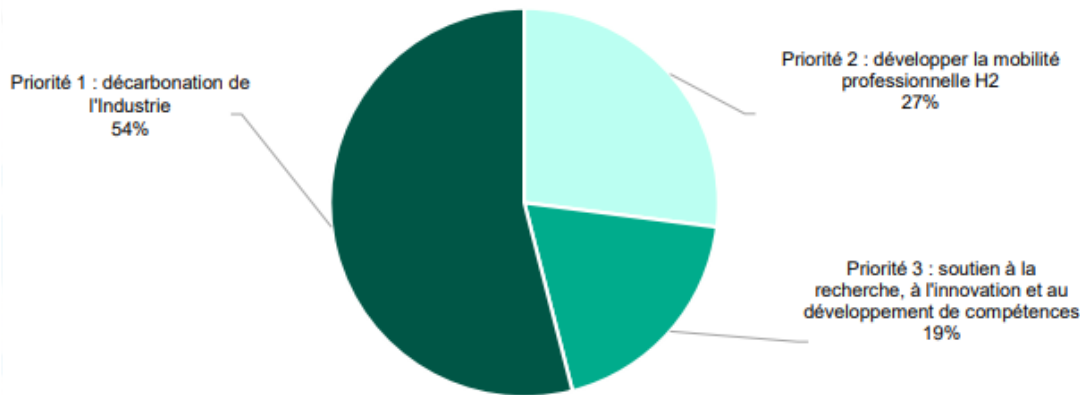


# Après des atermoiements, la France annonce un plan hydrogène significativement doté : ne pas devenir un "Amish" après l'avance prise par les autres pays ?

- Barbara Pompili le reconnaissait début septembre à l'approche de la présentation du plan hydrogène du gouvernement *"L'hydrogène comme énergie de la France, voilà un projet qui apparaissait il y a peu de temps comme une promesse lointaine"*.
- En effet, le plan hydrogène de Nicolas Hulot de juin 2018, qui annonçait seulement une enveloppe de 100 M€ sur 12 mois, avait été affaibli après sa sortie du gouvernement avec une dilution des dépenses sur 3 ans.
- Aujourd'hui, les ambitions sont revues à la hausse alors qu'il faut relancer l'économie après la crise sanitaire : le nouveau plan stratégique du gouvernement prévoit désormais 7.2 Mrds d'€ (dont 3.4 Mrds doivent être dépensés sur la période 2020-2023)
- Il faut dire que la France a pris du retard face à des pays comme la Corée ou l'Allemagne. Cette dernière a annoncé un plan hydrogène de 9 Mrds d'€ en juin avec comme objectif notamment de développer la production d'hydrogène "vert" en Afrique du Nord et au Proche-Orient, pour l'importer ensuite vers l'Europe.
- Notre pays et son voisin ont des stratégies de production bien différentes :
  - le projet français consiste à utiliser l'électricité du réseau nucléaire permettant de s'adosser à l'industrie déjà existante,
  - le projet allemand prévoit de produire l'hydrogène principalement à partir d'énergies renouvelables. Selon *Le Monde*, la stratégie allemande déplaît à une partie de la filière nucléaire française, qui reproche à l'Allemagne de miser sur son développement en prévision de sa sortie du nucléaire et du charbon.
- La politique énergétique de la France prévoit de fermer douze réacteurs nucléaires d'ici à 2035, en multipliant par cinq les capacités installées de solaire et par 2.5 celles de l'éolien dans les dix prochaines années. Dans ces conditions, répondre aux besoins grandissants en électricité tout en garantissant la production d'hydrogène interroge :
  - des fermetures de centrales nucléaires ne vont-elles pas être repoussées ?
  - comment assurer la disponibilité du parc nucléaire dans un contexte de réchauffement climatique alors qu'un réacteur a été arrêté cet été suite à la canicule et que les niveaux des bassins de réserves de plusieurs centrales inquiètent (Cattenom notamment).

# Une partie seulement du plan hydrogène est destinée à la mobilité, la moitié étant destinée à l'industrie existante

## Répartition des 3,4 Mds€ alloués sur la période 2020-2023



Source : Stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné en France, septembre 2020

- 920 Mrds d'€ sous 3 ans sont destinés à aux secteurs du transport (maritime, routier et aérien) pour lesquels il n'existe pas aujourd'hui de réels substituts aux hydrocarbures
- Plusieurs groupes français et européens sont mobilisés sur des solutions techniques :
  - Michelin pour des camions
  - Alstom dans les trains (cf. infra)
  - Airbus étudie un projet d'avion pour 2035, mais la date est jugée prématurée par de nombreux observateurs (cf. infra)

- Une large part des investissements du plan français aura pour but de remplacer l'hydrogène gris employé dans le raffinage et la chimie. Avec une consommation annuelle de 900 000 tonnes, l'hydrogène est employé dans plusieurs procédés chimiques :
  - désulfurer les carburants
  - la production d'ammoniaque utilisée dans les engrais
  - la production de méthanol
- 1.8 Mrds d'€ du plan français sous 3 ans est destinée à réduire les émissions de gaz à effet de serre liées à l'usage de l'hydrogène par les industriels (l'objectif est d'au moins 50 % d'ici dix ans)
- À plus long terme, l'hydrogène pourrait aussi être utilisé dans la sidérurgie pour la réduction du minerai de fer à la place du gaz de coke

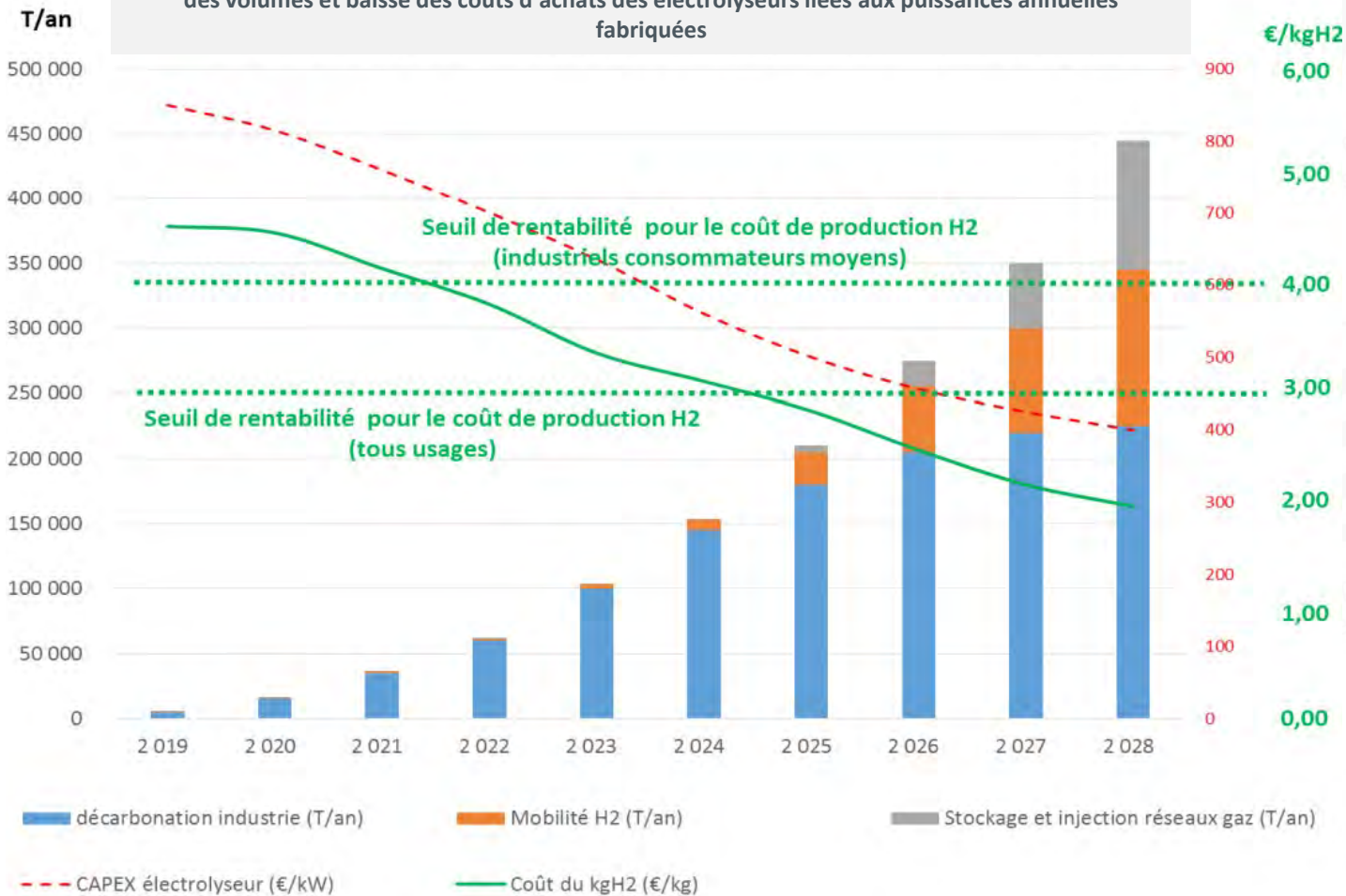
# Le plan Hydrogène français : c'est d'abord une dotation de 625 M€ jusqu'en 2023

- Dans le cadre du plan hydrogène, doté de 7 milliards d'euros de soutien public jusqu'en 2030, deux appels à projets viennent d'être lancés.
  - Le premier, intitulé "**briques technologiques et démonstrateurs**"
    - Il est doté de **350 millions d'euros jusqu'en 2023** et s'adresse principalement aux entreprises pour des projets d'innovation d'un montant minimum de 2 millions d'euros.
    - Il vise à développer ou améliorer les **composants et systèmes liés à la production et au transport d'hydrogène et à ses usages tels que les applications de transport ou de fourniture d'énergie**. Il pourra également soutenir des projets de démonstrateurs (supérieurs à 20 MW) intégrant une forte création de valeur en France.
    - Les dépôts de dossier peuvent se faire jusqu'au 31 décembre 2022.
  - Le second appel à projets, appelé "**Écosystèmes territoriaux d'hydrogène**"
    - Il va consacrer **275 millions d'euros** jusqu'en 2023 dans la continuité des premiers écosystèmes testés autour de l'hydrogène, comme la Zero Emission Valley.
    - Il va soutenir des investissements de **production et de distribution d'hydrogène renouvelable ou décarboné**, pour des usages industriels et en mobilité, en particulier dans le domaine des utilitaires et des transports lourds (collectifs ou de marchandise). Il vise à faire émerger des consortiums réunissant sur un même territoire collectivités et industriels autour d'écosystèmes de grande envergure favorisant des économies d'échelle.
    - Les dépôts de dossier peuvent se faire jusqu'au 17 décembre 2020.



# L'objectif du plan stratégique est de développer une filière industrielle de l'hydrogène en France : les effets sont attendus pour le moyen terme

Stratégie de l'État français : prévision de baisse des coûts de production de l'Hydrogène en fonction des volumes et baisse des coûts d'achats des électrolyseurs liées aux puissances annuelles fabriquées



- En soutenant la production d'hydrogène, l'État escompte une baisse des prix de l'énergie et du coût d'achat des électrolyseurs : une division par 2 des prix des électrolyseurs était escomptée lors du précédent plan (de 800 € par kWh en 2020 à 400 € en 2028), qui doit permettre une réduction du prix du kWh (de 4.5 €/kWh en 2020 à 2 €/kWh en 2028).
- Selon les projections du PIA de 2018, le seuil de rentabilité pour les usages industriels fixé à 4 € pourrait être atteint mi-2021, il est de 3 € pour les autres usages avec une atteinte mi-2024.
- Par ailleurs, il faut souligner que le modèle économique de l'hydrogène reste encore incertain et méconnu (car basé sur des hypothèses de trajectoire de prix), son développement et sa compétitivité dans le mix énergétique passent nécessairement par un signal prix (mesures incitatives, taxation carbone en parallèle)... à une dimension européenne.

Source : plan Hydrogène de PIA de 2018

# Dans la mobilité, les limites techniques – dont certaines sont pour le moment non résolues – interrogent pour le moment le potentiel de l'Hydrogène pour certains usages (VP et Aérien)

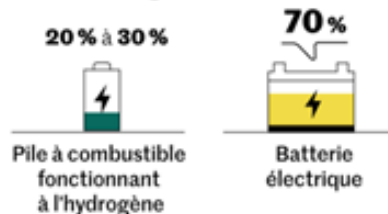
## Les limites du développement de l'hydrogène

### Une énergie encombrante



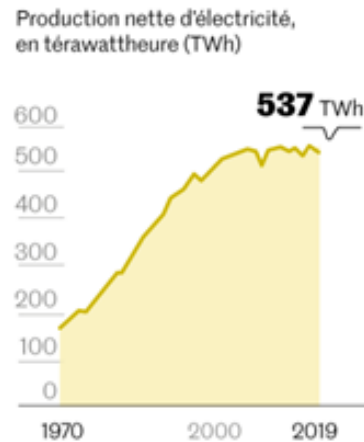
### Trop faible rendement pour certains usages

Part de l'énergie électrique conservée en fin de chaîne d'usage, en %



Le faible rendement de l'hydrogène le disqualifie pour certains projets. Mais il est complémentaire de la batterie pour les systèmes où la construction d'une infrastructure de recharge n'est pas viable.

### Une stratégie électrique à réviser ?



L'emploi massif d'hydrogène conduirait à augmenter drastiquement la production d'électricité, ce qui va à l'encontre de la politique menée ces dernières années.

- La **pile à combustible** est capable de délivrer une forte puissance pendant une longue durée grâce à l'hydrogène stocké dans un grand réservoir, qui est adaptée aux véhicules lourds ou à ceux ayant besoin d'une longue autonomie. Dans un article du *Monde* Cédric Philibert, ex-analyste chargé du sujet à l'AIE tempère les ardeurs, selon lui *"Il faut le voir comme un complément à l'électrification ; ce n'est pas le nouveau pétrole. Penser cela serait une illusion : il faut le réserver là où on ne peut pas utiliser l'électricité"*

Source : infographie Le Monde

- En effet, l'hydrogène pose énormément de problèmes techniques, notamment son pouvoir calorifique qui est nettement moins important que l'essence : il faut 4 litres d'hydrogène liquéfié pour 1 litre d'essence. Ainsi, son emploi dans l'aérien pose question car les volumes sont impossibles à loger dans les ailes des appareils.
- L'hydrogène sous forme liquéfié nécessite un refroidissement à  $-252\text{ °C}$ , ce qui est particulièrement énergivore et pose des problèmes logistiques pour son transport par voie maritime. Enfin, les infrastructures gazières actuelles ne sont pas toutes utilisables en l'état pour le transporter et les gazoducs posent des questions de sécurité.

# La Californie qui domine déjà le monde avec ses technologies de pointe, souhaite aussi assurer un leadership en matière environnementale avec l'annonce de mesures visant à encourager les constructeurs à vendre des camions zéro émission, en juin 2020



**CALIFORNIA REPUBLIC**

- La Californie était déjà précurseur dans les années 90 avec la mise en place de quotas sur les véhicules particuliers. Elle réaffirme aujourd'hui son caractère de leader environnemental avec **l'Advanced Clean Trucks Act** via la mise en place de quotas de motorisations alternatives que les constructeurs de poids lourds devront vendre.
- Les mesures concernent les poids lourds de plus 8 500 livres (3.8 tonnes), la feuille de route de la Californie est ambitieuse :
  - à compter de 2024, les constructeurs devront vendre 5 à 9 % de camions zéro émission (électrique ou hydrogène)
  - d'ici 2030, le quota sera progressivement porté de 30 à 50 %
  - à partir de 2045, la vente de modèles thermiques sera interdite.
- Avec ce nouveau dispositif, les autorités californiennes veulent mettre sur les routes 100 000 véhicules zéro émission d'ici 2030 et 300 000 d'ici 2035.
- Pour les plus petits véhicules, la CARB (autorité californienne en charge de la qualité de l'air) va introduire début 2021 une nouvelle réglementation imposant aux propriétaires de grandes flottes l'intégration de véhicules verts.

# Les camions à l'hydrogène sont aussi une réalité, avec une avance conséquente des Coréens qui espèrent tirer avantage des mesures californiennes

Hyundai Xcient FC



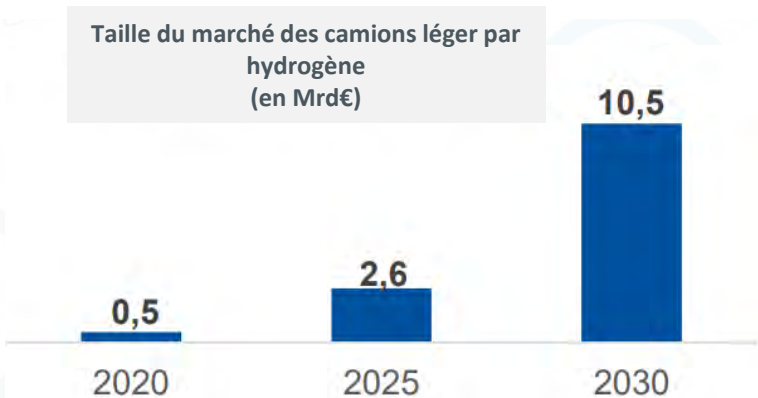
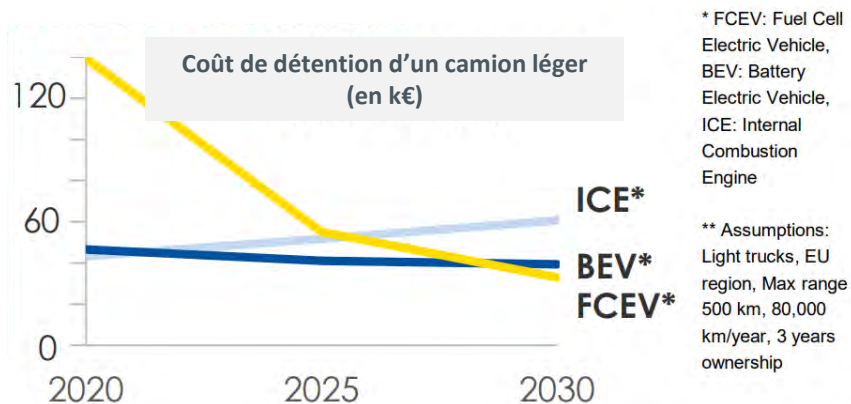
Mercedes GenH2 Daimler



- Le constructeur coréen Hyundai est le plus avancé dans l'hydrogène pour lequel il a très tôt investi, il est déjà passé en phase industrielle avec son Xcient. Ainsi, en juillet 2020 sur le marché suisse, les dix premiers camions à pile à combustible Xcient ont été mis à la route. Le groupe escompte vendre plus de 1 600 camions hydrogène d'ici 2025 sur le marché des poids lourds auxquels s'ajoutera la commercialisation des camions hydrogène aux USA à partir de 2022 (surfant sur la nouvelle législation californienne). À l'échelle européenne, le constructeur prévoit d'investir rapidement d'autres pays comme l'Autriche, l'Allemagne, les Pays-Bas et la Norvège. Le groupe a de fortes ambitions mondiales avec un objectif de production tous véhicules à pile à combustible de 40 000 en 2022, puis 130 000 en 2025 et enfin 500 000 véhicules en 2030
- En Europe, d'autres projets ou partenariats se multiplient (liste non exhaustive) :
  - Daimler présente en septembre 2020 le GenH2 qui sera testé en pré-série à compter de 2023 avant d'entamer sa production en série après 2025. Fonctionnant à l'hydrogène liquide, le Mercedes GenH2 dispose d'un PTAC de 40 tonnes et d'une charge utile de 25 tonnes pour une autonomie de 1 000 km
  - Plastic Omnium va fournir d'ici 2021 des systèmes de stockage d'hydrogène complet (7 réservoirs de 40 kg à 350 bars) au constructeur de poids lourds néerlandais VDL. Il s'inscrit dans le cadre du projet Hydrogen Fuel Cell Trucks for Heavy Duty Zero Emission Logistics (H2HAUL) financé par l'Union Européenne
  - FST (Freudenberg Sealing Technologies) en Allemagne a lancé le développement d'un système de pile à combustible pour poids lourds de 40 tonnes. Il devrait prochainement équiper un prototype de l'Energon de Quantron
  - Quantron AG en Allemagne, qui en juin 2020 a présenté un modèle de camion de pile à combustible. Baptisé Energon, il est produit sur la base d'un Iveco Strator à capot long, et devrait entamer sa production à compter de mi-2022.



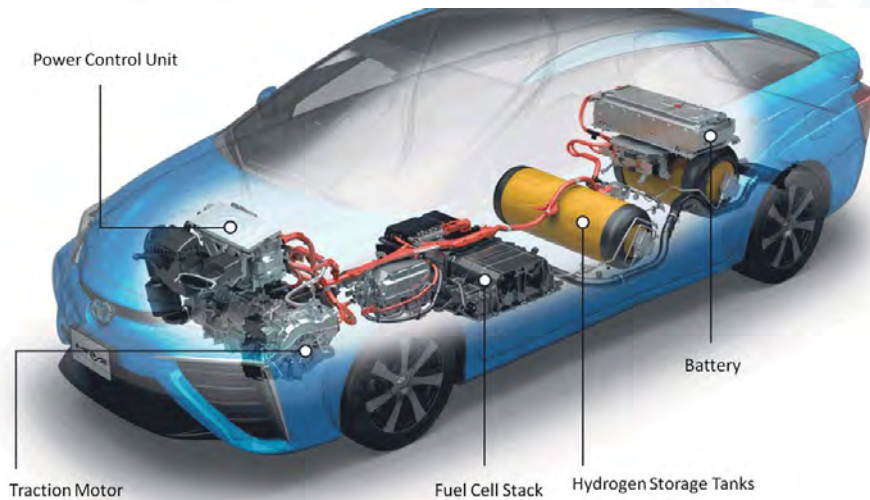
## Dans les poids lourds, les acteurs du secteur comme Michelin tablent sur un basculement technologique avant 2030



Source : communication financière Michelin

- Michelin est déjà fortement investi dans l'hydrogène via Symbio (cf. détail infra), une co-entreprise détenue avec Faurecia. Cette dernière a développé une pile à combustible équipée d'une batterie nommée "fuel cell system".
- Dans une communication financière de Michelin de septembre 2020 destinée aux investisseurs, le groupe dévoile sa stratégie en hydrogène mobile et lui donne une trajectoire financière.
- Avant de cibler les véhicules de passagers, la stratégie du groupe est de cibler en premier les déplacements professionnels longue distance avec des charges lourdes.
- Selon leurs estimations, la baisse des coûts de production liés à l'industrialisation devrait permettre aux véhicules hydrogène équipés de piles de sa filiale d'être au même coût que les véhicules thermiques d'ici 2027.
- Dans ce contexte, le marché devrait croître fortement et être multiplié par 21 pour atteindre 10.5 Mrds d'€ d'ici 2030.

Dans le domaine des voitures individuelles, l'utilisation de l'hydrogène porte à débat, il est soumis à de nombreuses incertitudes et ne devrait pas voir le jour au mieux avant 10 ans en France



- La pile à combustible est encore trop onéreuse, son prix doit être divisé par 4 à 5 pour être viable. Si elle doit bénéficier des économies d'échelles liées à l'industrialisation, on ne sait pas se passer du platine, indispensable à son fonctionnement.
- De nouvelles techniques de production prometteuses comme l'électrolyse à haute température sont à l'étude au CEA "Nous pensons arriver à un coût de production proche de 1 euro du kilogramme à l'horizon de 4 ou 5 ans"
- On pourrait ainsi voir se généraliser des véhicules électriques "bimodes" fonctionnant avec une batterie et une pile à combustible
- Au-delà des aspects techniques, l'adoption de l'hydrogène dépend de l'évolution du paysage concurrentiel :
  - du développement d'un réseau de station de recharge hydrogène et son maillage
  - des politiques de malus sur les constructeurs et des modèles et de la trajectoire prix des énergies carbonées
  - de l'évolution des offres concurrentes et notamment du marché de l'électrique en parallèle

## 2 véhicules hydrogènes sont actuellement commercialisés en France



- La **Hyundai Nexo**, révélée début 2018 à l'occasion du CES Las Vegas, est actuellement commercialisée en France à partir de 79 900 €.

- Le véhicule de la catégorie des grands SUV (4.67 m de longueur) propose une autonomie et des performances inégalées pour le moment à l'échelle mondiale grâce à la technologie de pile à hydrogène que le constructeur revendique comme la plus évoluée du marché : 666 km d'autonomie (sur la base des tests WLTP), pour une vitesse maximale de 179 km/h (0-100 km en 9.54 s). La pile à hydrogène développée en interne offre une puissance de 135 kW. Le moteur développe jusqu'à 120 kW de puissance (163 chevaux) et 395 N m de couple.
- L'hydrogène est stocké sous la forme de 3 réservoirs à 700 bars, permettant de stocker 6.33 kg



- La **Toyota Mirai** est commercialisée depuis fin 2015. Elle est proposée à partir de 78 900 € en France. La Mirai est un véhicule 100 % électrique alimenté par une pile à hydrogène : elle reprend dans son fonctionnement la philosophie de la gamme hybride du constructeur.

- La pile à combustible de 114 kW (155 chevaux) est associée à une batterie Ni-Mh qui totalise 1.6 kWh de capacité énergétique. Associée à un générateur, cette batterie permet de récupérer l'énergie lors des phases de freinage et de décélération pour apporter un complément d'énergie dans les phases de démarrage ou d'accélération : le véhicule dispose ainsi de 550 kilomètres d'autonomie avec un plein.
- La vitesse maximale est de 178 km/h pour un 0 à 100 km/h abattu en 9.6 secondes.
- L'hydrogène est stocké dans deux réservoirs qui peuvent stocker jusqu'à 5 kilos d'hydrogène à une pression de 700 bars. La consommation est de 0.8 kg/100 km en cycle urbain.

# Un véhicule de Honda n'est pas disponible en Europe alors que Daimler a renoncé à son Mercedes GLC F-Cell



- La **Honda Clarity Fuel Cell** : elle est actuellement indisponible en Europe et se limite à seulement quelques marchés. **Aux États-Unis, elle est réservée à la Californie** où elle est proposée en leasing à partir de 379 dollars par mois (après un premier versement de 2 900 \$). Pour faire face au manque de stations, notamment pour les voyages hors de Californie, elle est proposée avec 15 000 \$ de carburant gratuit et 21 jours de location pour un véhicule équivalent avec un partenariat avec Avis
- La Honda est dotée d'un moteur électrique de 130 kW, elle embarque deux réservoirs stockant l'hydrogène à 700 bars de pression. Cumulant 5.5 kilos de capacité, ces derniers autorisent 589 km d'autonomie suivant les normes cycle américain EPA.
- Le **Mercedes GLC F-Cell** : lancé en novembre 2018 sur le marché allemand. Il était configuré en associant un système de pile à combustible constituée de deux réservoirs d'hydrogène de 4.4 kilos à une batterie de 13.5 kWh de capacité brute autorisant 500 kilomètres d'autonomie, avec une puissance de 147 kW
- Toutefois, le modèle n'a eu qu'une courte carrière : le groupe a annoncé en avril 2020 que la production du modèle sera interrompue : décision qui s'inscrit dans le cadre de la réorganisation de l'activité hydrogène du groupe, fusionnée dans une future joint venture entre Volvo et Daimler.



# Une nouvelle Toyota Mirai pour l'instant seulement commercialisée en Allemagne : moins chère, plus sexy et disposant de plus d'autonomie



- Conçue sur la nouvelle architecture globale TNGA du groupe nippon, la nouvelle Mirai marque l'accélération de la stratégie hydrogène du constructeur. Dotée de lignes entièrement renouvelées, cette seconde génération de Mirai bénéficie également de nombreuses améliorations techniques. Outre le changement de moteur, qui passe désormais en propulsion, la berline nipponne reçoit une pile à combustible améliorée et trois réservoirs d'hydrogène capables d'embarquer davantage d'énergie. Sans révéler les détails techniques du modèle à ce stade, Toyota annonce une autonomie en hausse de 30 % par rapport à la génération précédente
- Proposée à partir de 63 900 euros TVA comprise (19 %) en Allemagne, la nouvelle Mirai est bien moins chère que sa devancière, facturée près de 80 000 euros. Une fois les aides gouvernementales déduites, son tarif sur le marché allemand tombe à 55 925 €. Les 2 autres finitions supérieures sont proposées à 66 900 € et 73 900 €
- Pour Toyota, l'arrivée de cette nouvelle Mirai marque également la montée en puissance de ses outils industriels. Alors que la première génération de la berline s'est limitée à quelque 10 000 exemplaires, la nouvelle mouture disposera d'une capacité de production de 30 000 unités par an.

## De constructeur, Hyundai souhaite devenir également équipementier fournisseur de systèmes de pile à hydrogène



- Constructeur de véhicules à hydrogène mais aussi équipementier, le groupe coréen Hyundai vient d'acheminer ses premiers systèmes de piles à combustible en Europe
- Souhaitant devenir un acteur de premier plan sur le marché de l'hydrogène, Hyundai ne vise pas seulement le secteur automobile. Positionné en tant qu'équipementier, le groupe coréen souhaite pouvoir vendre sa technologie à d'autres constructeurs, mais aussi à d'autres secteurs comme celui de l'énergie. C'est par ce biais que Hyundai vient d'acheminer ses premières piles à combustible en Europe. Destinées à des applications "non automobiles", celles-ci sont destinées à GRZ Technologies, une entreprise suisse spécialiste de l'hydrogène
- Hyundai offre à la fois une applicabilité et une évolutivité diverses, bien au-delà des véhicules à émission zéro, mais cet axe sera quand même prioritaire dans sa stratégie et lui permettra d'amortir plus vite ses investissements

# Station hydrogène : un maillage territorial encore parcellaire

Carte des stations hydrogène en France



Source : H2 mobile

- Station publique
- Station privée
- Station à venir

- La France compte actuellement 37 stations à hydrogène ouvertes :
  - 22 sont accessibles au public
  - 15 sont des stations privées
- S'ajoutent 8 projets d'implantations
- Sur les 22 stations ouvertes accessibles au public, sachant qu'une part des stations est dédiée aux vélos hydrogène :
  - 6 sont exploitées par **Air Liquide** (dont 5 en IDF)
  - 3 sont exploitées par Engie
  - 2 par MacPhy Energy
  - 1 par EDF et Braley
  - 2 par des collectivités locales (Conseil Général de la Manche, communautés d'agglomération Sarreguemines Confluences)

# Symbio : la co-entreprise Michelin-Faurecia



- En mars 2019 : **Michelin et Faurecia** nouent un partenariat via une co-entreprise dans l'hydrogène : Symbio. La société est une **PME grenobloise** (120 salariés) **rachetée** en février 2019 opérant dans le développement des piles à hydrogène. Elle est désormais détenue à parts égales par les deux entreprises qui vont investir 140 M€ pour développer l'activité. À terme, l'ambition est de développer 3 sites industriels : en Europe, en Chine et aux États-Unis.

Stack Pack S



- Symbio a développé deux produits :
  - Le **StackPack S Automotive**, un "range-extender" hydrogène ultra compact, basé sur une pile à combustible d'une puissance de 7 kWh, il est adapté aux véhicules utilitaires légers et entré **en production industrielle en 2020**.
  - Le **Stackpack M Automotive**, un générateur de puissance électrique zéro-émission plus puissant que le modèle S (basé sur une pile à combustible d'une puissance de 45 kW). Il est adapté aux véhicules utilitaires légers (vans), camions urbains et bus, ainsi qu'aux SUVs de segment C. Il est disponible en 2020 en série limitée mais fait toujours l'objet d'un programme test et n'est pas entré en phase industrielle.

Stack Pack M



## Le projet **Symbio** fait naître l'espoir "d'une vallée de l'hydrogène" pour la métropole lyonnaise : tous les ingrédients d'un vertueux cluster industriel sont cochés

- Symbio est actuellement implanté dans les anciens locaux de Bosch à Vénissieux, avec 200 salariés, pour son développement et l'industrialisation de sa technologie, Symbio souhaite déménager : plusieurs régions étaient en concurrence (Grand Est et Occitanie notamment).
- Finalement, l'entreprise va rester dans la région Auvergne-Rhône-Alpes qui avait déjà accompagné sa recherche R&D par le biais de son agence de développement Régionale.
- L'entreprise va déménager en 2023 à Saint-Fons. Les travaux du nouveau site devraient débuter en janvier 2021. Il devrait être capable de produire "*plusieurs dizaines de milliers de systèmes piles*" à combustible hydrogène pour la France et l'export avec la création de 400 emplois directs.
- L'objectif du PDG de Symbio, Philippe Rosier, est de créer un écosystème autour de l'hydrogène, il ambitionne ainsi :
  - de créer un centre de formation "Symbio hydrogen Academy", intégré dans les écoles de la région, pour consolider l'emploi qualifié dans cette technologie avec la formation de 300 personnes aux nouveaux métiers de l'hydrogène,
  - devenir pépinière de start-up dans l'hydrogène.

## Détail des projets de Symbio en matière de véhicules



- 2015 : collaboration de Symbio avec **Renault Trucks et La Poste** pour lancer le **premier camion électrique-hydrogène d'Europe : le Maxity**, basé sur une pile à hydrogène de 20 kW qui s'intègre sans aucune modification de l'architecture électrique.

- 2017 :

- développement d'un prototype de **pelle compacte électrique-hydrogène** de 2.7 tonnes sous l'égide de **Volvo Group Innovations**
- développement d'un prototype de **Van de 5-7 places en partenariat avec Nissan** : le e-NV 200, développé autour d'une pile de 15 kW pour répondre au besoin et au cycle d'usage des taxis (700 km en mode urbain et périurbain)



- 2018 : le **Jules Verne 2** à Nantes, il s'agit de la première **navette fluviale full hydrogène** de France qui peut effectuer plus de 250 trajets / jours avec une capacité de 24 personnes pour 60 heures d'autonomie (soit une semaine de fonctionnement sans ravitaillement)



- Octobre 2019 : Renault annonce la **commercialisation** de 2 modèles à hydrogène : le Renault **Kangoo Z.E. Hydrogen** (fin 2019) et le **Renault Master Z.E. Hydrogen** (en 2020) en partenariat avec Symbio



- Septembre 2020 : Selon L'Usine Nouvelle, **PSA** va se développer dans les utilitaires à hydrogène (**Peugeot Expert, Citroën Jumpy et Opel Vivaro**), c'est Symbio qui doit apporter le système de pile à combustible dans ce projet

## Autres projets de Symbio



- 2016 : **Eas-Hymob** qui vise à déployer, en Normandie, un premier maillage de 15 infrastructures de recharge hydrogène et de 250 véhicules (des Renault Kangoo ZE REH2) dans le cadre de flottes captives, pour un usage quotidien. Le projet est doté d'un financement de 4.8 M€ de l'Union Européenne..



- 2017 : le projet **Zero-Emission Valley** qui prévoit l'installation de 20 stations hydrogène et 1 000 véhicules (utilitaires, particuliers, bennes à ordures...) en Auvergne-Rhône-Alpes d'ici à 2020. Le projet est cofinancé par le Mécanisme pour l'interconnexion en Europe de l'Union européenne, la Région Auvergne-Rhône-Alpes et des organismes privés.



- 2018 : projet **BIG HIT** qui vise à démontrer l'usage de l'hydrogène comme source d'énergie flexible dans les territoires isolés. Il repose sur l'installation de deux électrolyseurs (50 tonnes d'hydrogène/an à partir d'énergies renouvelables) dans les îles Orcades en Écosse, utilisés pour chauffer des bâtiments et alimenter des véhicules (3 ferries et 10 Renaults Kangoo)

- Par ailleurs, Symbio est associé à deux projets européens majeurs en matière d'hydrogène :

- le **Hydrogen Mobility Europe (H2ME & H2ME2)**, projet de déploiement de l'hydrogène européen dont l'objectif est le développement des premiers réseaux de stations de recharge hydrogène pour préparer le marché à l'introduction commerciale en Europe. (1 400 véhicules, 49 stations actuellement). Il doit s'étendre jusqu'en 2022 et il est doté de 170 M€ d'euros (dont 67 M€ cofinancés par le programme Horizon 2020 de l'UE)
- **Revive**, lancé en 2019. Il s'agit du plus grand projet de camions à prolongateur d'autonomie à date. L'objectif est le ramassage propre et renouvelable des déchets dans les villes. 15 bennes à ordures seront propulsées par des piles à hydrogène et déployées sur 8 sites à travers l'Europe d'ici 2021, il est financé à hauteur de 8.7 M€ par l'UE.



## Air Liquide dispose de deux filiales pour le développement de l'activité Hydrogène

- **Air Liquide** : l'entreprise du CAC 40 porte de nombreux projets d'hydrogène dans le Monde sous tous les aspects de l'hydrogène.
- Le groupe a créé deux filiales : Axane, située à Sassenage (Isère) et Air Liquide Hydrogène Energie (détenues à 100%).



- **Axane** : l'entreprise fabrique et déploie depuis 15 ans des systèmes de pile à combustible innovants pour de nombreuses applications variées et pointues (spatial, télécommunications, logistique, aéronautique, cinéma...). Les compétences transverses du groupe permettent le développement des systèmes pile à combustible sur mesure en mode projet : de la conception à la production jusqu'à l'exploitation et la maintenance avec toutes les possibilités techniques (stockage d'hydrogène solide, liquide, gazeux). L'entreprise a déployé 320 systèmes de pile dans le monde depuis sa création et dispose de plus 100 brevets dans le domaine.
- Par ailleurs, le groupe a initié une démarche développement durable : le Blue Hydrogen : le groupe s'engagement à produire au moins 50 % de l'hydrogène nécessaire à ces applications sans rejet de CO<sub>2</sub> avec :
  - le reformage de biogaz
  - l'utilisation des énergies renouvelables via l'électrolyse de l'eau
  - l'usage des technologies de captage et de valorisation du CO<sub>2</sub> émis lors de la production d'hydrogène à partir de gaz naturel



## Air Liquide (2) : le groupe annonce l'implantation d'une station à Fos-sur-Mer, il s'agit d'une première à saluer, mais les capacités sont anecdotiques pour permettre une généralisation de l'Hydrogène

- En juillet 2020, Air Liquide annonce l'ouverture de la première station pour poids lourds d'Europe, à Fos-sur-Mer dans les Bouches-du-Rhône. Le projet s'inscrit dans le cadre de l'HyAMMED (Hydrogène à Aix-Marseille pour une Mobilité Écologique et Durable) et la mise en service doit intervenir en 2022.
- Cette dernière sera d'une puissance de 700 bars et proposera une capacité d'avitaillement d'une tonne par jour, soit la capacité de ravitailler quotidiennement 20 camions. Le projet permettra de réduire les émissions de CO2 de plus de 1 500 tonnes de CO2 par an, soit l'équivalent de plus de 2 millions de kilomètres parcourus en camion.
- Dans un premier temps, elle servira une flotte de 8 camions 44 tonnes, mais elle aura aussi la capacité d'accueillir des bus et des utilitaires.
- Le projet s'inscrit dans le cadre d'un partenariat global avec de nombreux acteurs qui financent le projet :
  - l'ADEM (dans le cadre de l'HyAMMED)
  - la Région Sud
  - l'Europe (via les programmes H2Haul et FCH JU [Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking])
  - des grands groupes acteurs de la distribution et du transport (Carrefour, Coca-Cola European Partners, Monoprix notamment)
- Cette multiplication de financements montre bien :
  - que les équilibres économiques sont encore incertains,
  - le besoin d'un partage du risque financier face à cette incertitude,
  - que les temps de déploiement et les besoins d'infrastructure soit énormes et ne permettent pas une adoption rapide de la technologie.



- La filiale du groupe, Areva Stockage d'Énergie basée à Aix-en-Provence, commercialise des solutions pour la production d'hydrogène par électrolyse et la production d'énergie électrique et thermique à base de pile à combustible.

- AREVA conçoit, fabrique et commercialise des systèmes à base d'électrolyseurs et de piles à combustible de type PEM (Proton Exchange Membrane). Son générateur (AREVA H2GEN) est conçu pour durer 20 ans et repose sur une architecture modulaire, qui peut être mise en œuvre en version intérieure ou extérieure, sur la base de 5, 10, 15 et 30 N m3/h avec des piles et composants industriels standards choisis pour leur fiabilité industrielle éprouvée
- Plusieurs marchés intéressent AREVA Stockage d'Énergie :
  - Les applications stationnaires : secours électrique pour des sites stratégiques ou critiques (télécoms, hôtels de luxe, hôpitaux, data center...), stockage d'énergie, Power to Gas...
  - Les applications mobiles : recharge de véhicules propres (électriques et hydrogène).
  - Les applications maritimes et de mobilité lourde du type train à hydrogène

Carte des projets hydrogène d'Engie en France

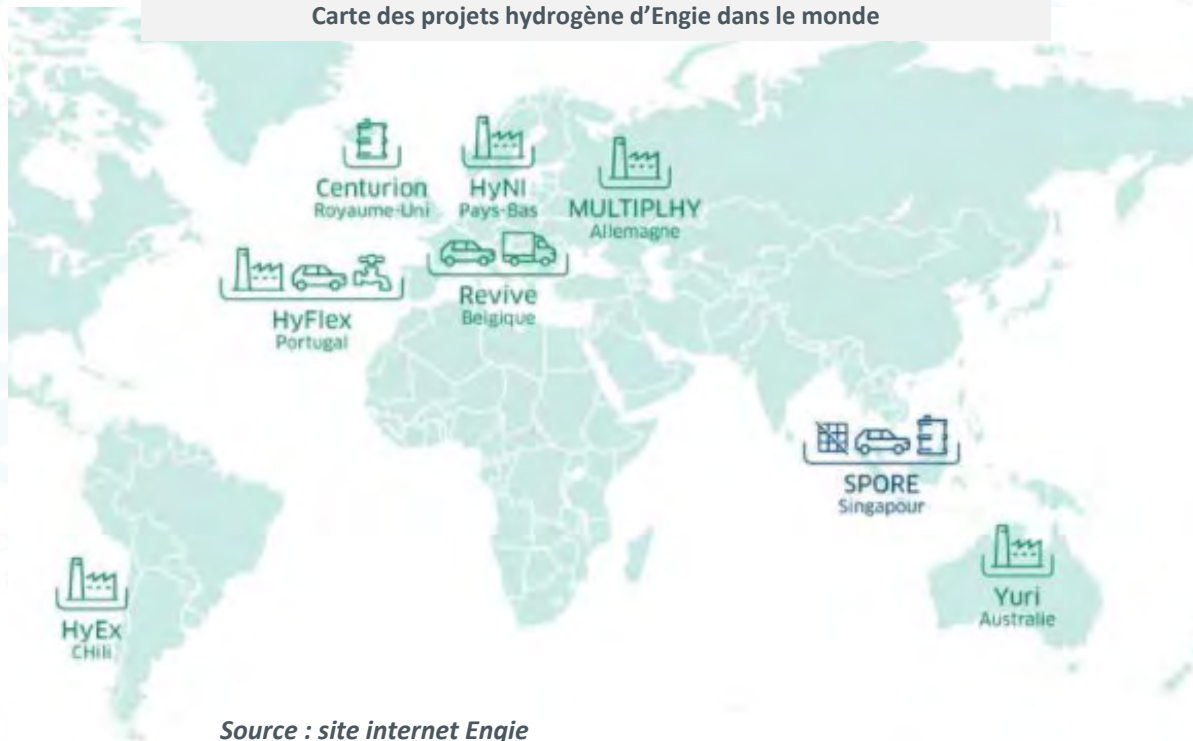
## ENGIE : Acteur du développement de projets territoriaux en France...



- La stratégie d'ENGIE est d'intervenir à tous les niveaux de la chaîne de valeur de l'hydrogène renouvelable : de la production d'électricité sans carbone aux trois grandes utilisations finales (la mobilité, l'industrie et le stockage d'énergie)
- Le groupe noue des partenariats (notamment dans le cadre des appels à projets territoriaux de l'ADEME) et mobilise plusieurs filiales (ENGIE Lab CRIGEN, ENGIE Impact, Tractebel, Storengy, ENGIE Solutions, ENGIE Green, GNVERT et ENGIE H) pour développer à l'échelle industrielle un large éventail de solutions
- Il étudie particulièrement des applications en résidentiel (mélange hydrogène-gaz naturel) dans le transport et les réseaux de distribution.
- Ses premières mises en œuvre remontent à 2011 avec l'alimentation éolienne d'électrolyseurs.

## Engie (2)

Carte des projets hydrogène d'Engie dans le monde



Source : site internet Engie

- Actuellement, les principaux projets d'Engie en France sont :
  - HyGREEN Provence qui produit, stocke et distribue de l'hydrogène renouvelable en cavité saline à l'échelle industrielle via une production locale d'électricité renouvelable. Le but est d'alimenter à terme des stations de mobilité verte.
  - en Auvergne et Rhône-Alpes, avec Zero Emission Valley (ZEV), Engie pilote la construction de 20 stations hydrogène pour une mise en service en 2030.

- ENGIE est par ailleurs associé à plusieurs projets dans le monde (mais aucun en Amérique du Nord). Par exemple, il fournit et exploite la station de ravitaillement mobile d'hydrogène renouvelable pour des Coradia iLint pour les Pays-Bas, dont le premier essai a eu lieu en mars 2020.

# GRT GAZ



## Projet power to Gas

 1 démonstrateur\* 2018



 100 installations\*  
pour absorber  
2,5 Twh électriques\*\* 2030

 1000 installations\*  
pour absorber  
25 Twh électriques\*\* 2050

\*Hypothèse : sites de 10 MW qui fonctionnent 2 500 h/an

\*\* Etude ADEME / GrDF / GRTgaz 2014

Source : site internet GRT Gaz

- GRT Gaz étudie un projet pour stocker l'électricité non consommée et perdue dans l'éolien et les centrales solaires.
- L'objectif est de stocker cette énergie en la convertissant en hydrogène par électrolyse. Ensuite, l'hydrogène peut être éventuellement combiné à du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) pour obtenir du méthane de synthèse, par un processus de méthanation.
- L'intérêt réside dans le fait que le réseau GRTgaz est dimensionné pour accueillir le méthane de synthèse dans son réseau.
- GRTgaz estime que la solution Power to Gas sera en mesure de produire en 2050 entre 15 et 20 TWh de gaz renouvelables par an, qui seront injectés ou stockés dans le réseau lors des périodes de forts excédents.
- Soulignons par ailleurs que le projet peut aussi contribuer à la production de GNV (gaz naturel pour véhicules)



## Le géant pétrolier a de fortes ambitions dans les nouvelles énergies, il affine une stratégie et avance ses pions dans l'hydrogène

- Fin septembre 2020, Patrick Pouyanné, PDG de Total, a présenté la stratégie et les perspectives du Groupe : déjà conscient des limites de l'exploitation du Pétrole, le groupe y a réitéré son ambition de se transformer en un groupe multi-énergie et de se décarboner avec une montée des énergies renouvelables dans son mix énergétique. Dans ce contexte, Total cite l'hydrogène comme un moyen de l'ambition climatique du groupe.
- Toutefois, le groupe n'a fait aucune communication spécifique sur cette énergie et il faut se tourner vers la presse pour avoir des informations. Ainsi, l'Usine Nouvelle rapporte que dans un colloque de l'Union française de l'électricité (UFE), le 3 décembre 2019, Patrick Pouyanné s'était montré comme l'un des dirigeants les plus enthousiastes vis-à-vis de l'hydrogène, croyant au potentiel de la filière, notamment pour les transports lourds, trains ou flottes de bus où il est possible de centraliser le stockage et la production. Mais il s'est montré plus mesuré dans les véhicules personnels, déclarant *"On va déjà se payer l'infrastructure des bornes de recharge, on ne va pas se payer une double infrastructure pour l'hydrogène"*
- Dans les poids lourds, Total étudie la mise en place de bornes de charge de gaz à l'horizon 2030 en Europe. Il remarque que *"les Allemands sont en train de passer à une économie de l'hydrogène mais les 40 projets sont tout petits"* et avertit qu'il faut centraliser le stockage et la production car, si la production d'hydrogène est aux quatre coins de la France, cela ne peut pas marcher. En effet, le groupe dispose d'une expertise dans le domaine : en 2018, Total a déjà réalisé un investissement majeur dans l'usage du gaz dans les poids lourds, avec une prise de participation de 25% dans Clean Energy, la plus grosse société de mobilité gaz-hydrogène aux États-Unis.
- Par ailleurs, le PDG indique étudier sérieusement un dossier pour produire de l'hydrogène pour alimenter la bioraffinerie de La Mède sur la base d'énergie renouvelable et essayer de développer avec Engie une filière complète avec un investissement industriel.



# Principales initiatives de recherche en matière d'Hydrogène en France



- L'European Institute for Energy Research est un laboratoire de R&D commun entre EDF et le Karlsruhe Institute of Technology. Sous forme de GIE, il mobilise environ 10 collaborateurs d'EDF, il est basé à Karlsruhe en Allemagne sur les problématiques de villes durables et les concepts énergétiques locaux.



- Le CEA : le commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives étudie l'hydrogène depuis les années 90. Il se concentre sur la pré-industrialisation de différentes briques technologiques. Il recherche dans trois domaines :



- la production d'hydrogène par les énergies renouvelables suivant la production à vapeur d'eau à haute température (EVH de 700 à 800 C°) permettant un rendement à 99% sur le prototype réalisé,
- le stockage d'hydrogène pour les usages industriels (haute pression à 700 bars),
- le développement de la pile à combustible notamment dans le secteur des transports.



- Le Centre national de la recherche scientifique, au travers de l'initiative transverse et interdisciplinaire (MITI), a pour objectif de rassembler des chercheurs autour de l'hydrogène dans une approche interdisciplinaire.

# Les acteurs PME et PMI de la filière hydrogène en France

- À côté des grands groupes et leurs filiales, la France dénombre 24 PME-PMI opérant dans l'hydrogène :
  - AD-VENTA est une société spécialisée dans les appareils de régulation des pressions d'hydrogène pour le stockage dans les appareils nomades et le transport.
  - ALBHYON (HERA France) est une entreprise qui coordonne le projet VABHYOGAZ à Labessière-Candeil, près d'Albi, pour la production d'hydrogène à partir de la fermentation des déchets ménagers. Le projet est accompagné par l'ADEME et doté d'un budget de 10 M€.
  - McPhy : l'entreprise créée en 2008 compte aujourd'hui 98 salariés. Elle est spécialisée dans la production d'hydrogène par Électrolyse et exploite des stations hydrogène. La société est cotée en bourse, elle a connu une récente flambée (de l'ordre de +400%) portant sa valorisation à 375 M€ (à fin septembre 2020)



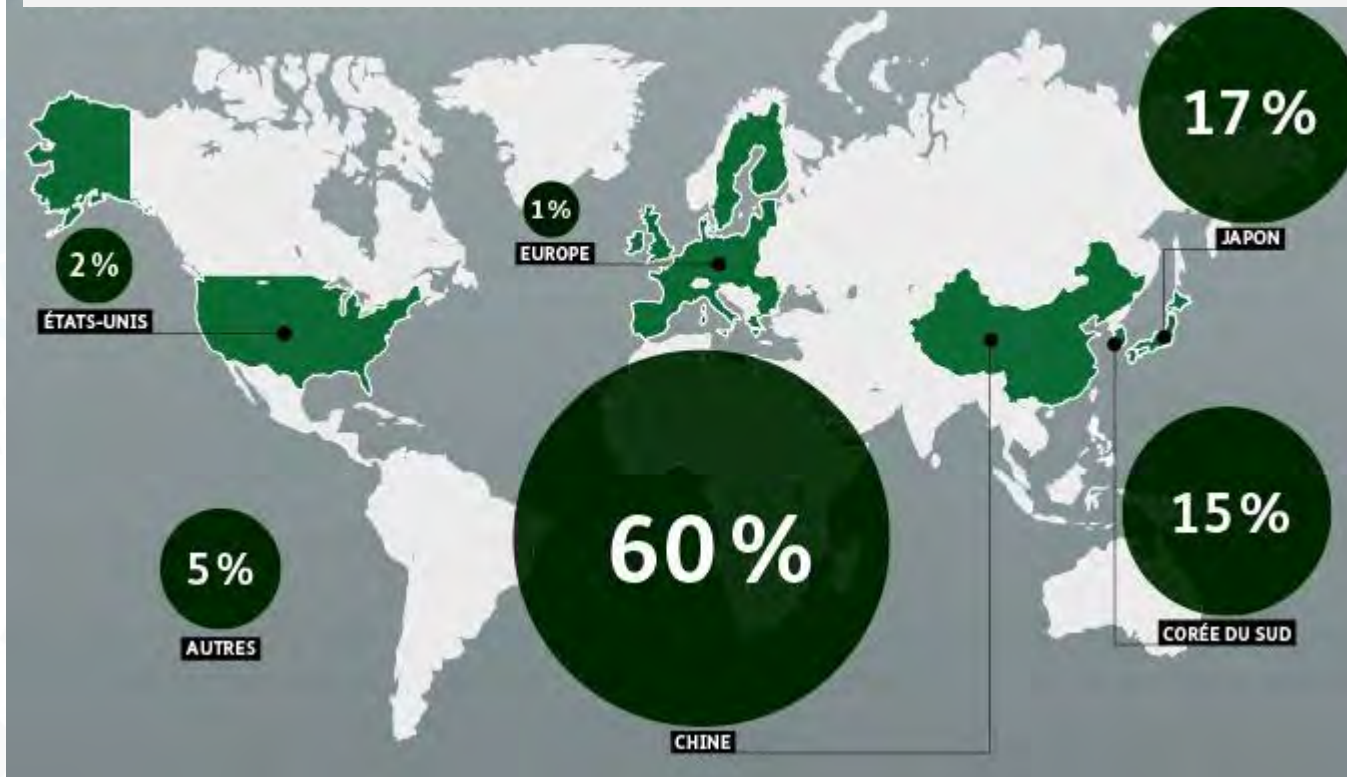


# L'électricité : aujourd'hui une réalité industrielle

---

Actuellement, la production de batteries pour l'automobile est un quasi-monopole de l'Asie (92% des capacités) et de la Chine

### Capacités de production de Batterie dans le monde en 2019

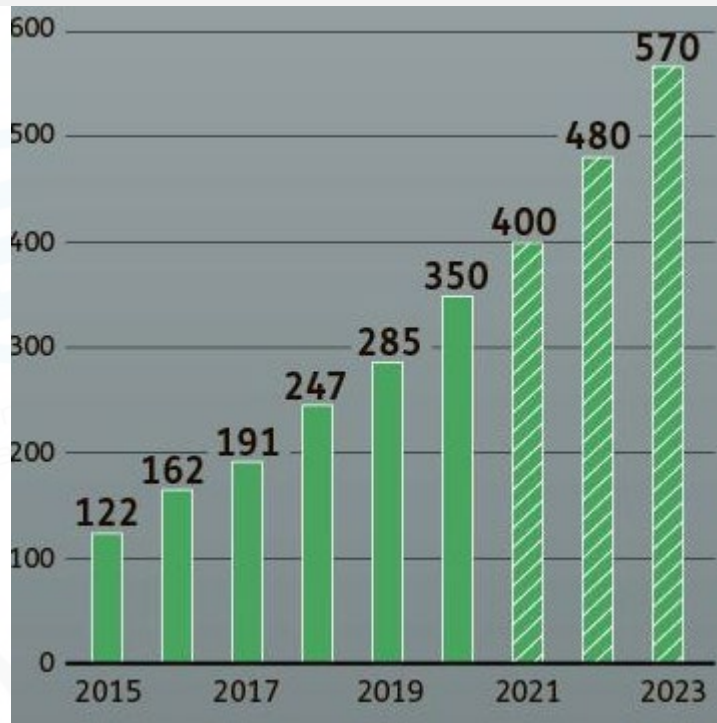


- La Chine pèse aujourd'hui 60% de la production mondiale de batteries.
- L'Europe est largement en retard face aux autres régions du Monde. Cela n'apparaît pas "outrageant" face aux USA, toutefois ces derniers peuvent s'enorgueillir de la présence de Tesla et de sa "gigafactory" sur leur territoire.

Source : Industrie et technologie – septembre 2020

# Les batteries sont un maillon essentiel du véhicule électrique, le marché des batteries devrait croître fortement dans les prochaines années

**Capacités de production de Batterie dans le Monde en 2019**

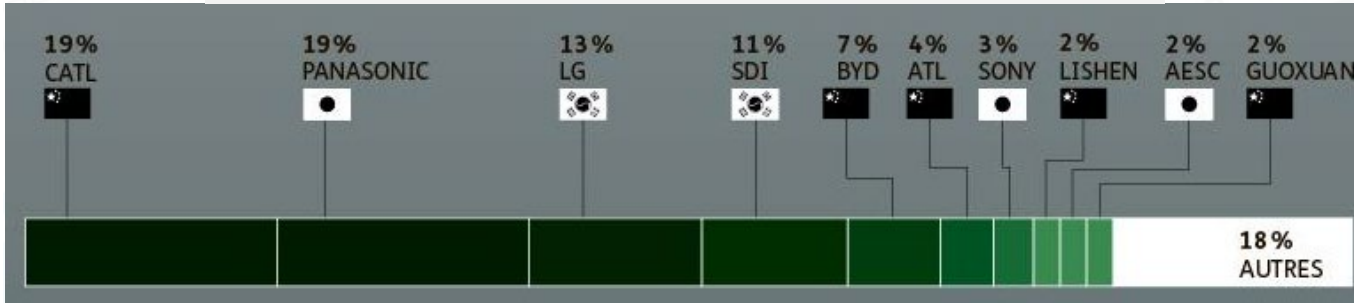


Source : Industrie et technologie – septembre 2020

- La batterie est l'élément essentiel des véhicules électriques.
- Dans un contexte de forte croissance du marché dans les prochaines années, il est stratégique pour les constructeurs d'être impliqués dans la chaîne d'approvisionnement de la batterie à plusieurs niveaux :
  - pour sécuriser la chaîne d'approvisionnement, la pénurie de masques pendant la crise sanitaire nous a démontré, s'il en était besoin, cet impératif,
  - capter une part de la valeur du sous-système : en effet, la batterie est un produit à forte valeur ajoutée qui capte entre 30 et 40% du prix d'un véhicule,
  - rester à la pointe des enjeux de R&D.
- Les cabinets d'analystes prévoient une envolée des voitures électriques dans les prochaines années :
  - 50% des voitures électriques et hybrides en 2030 pour BCG
  - 50 % des ventes mondiales en 2040 pour l'électrique selon Bloomberg NEF
- Les besoins en batteries s'annoncent donc immenses

Aujourd'hui, tous les principaux producteurs de batteries sont asiatiques ;  
les 4 premiers opérateurs détiennent actuellement  
plus de 60% des parts de marchés

Part de marché des batteries lithium-ion en 2019 (Volume de 190 GWh)



Source : Industrie et technologie – septembre 2020



Gigafactory Tesla dans le Nevada



- Actuellement, le principal producteur est le **chinois CATL** (Contemporary Amperex Technology Co. Limited) qui a été créé en 2011. Les principaux sites de production sont en Chine (Ningde, Qinghai et Liyang) avec 3 centres de R&D (Ningde, Shanghai et Berlin).

- CATL dispose de capacités proches du groupe japonais Panasonic spécialisé dans l'électronique grand public et professionnels. Le japonais a développé une politique de partenariats avec des producteurs automobiles :
  - En 2014, Panasonic a été partenaire de la Gigafactory 1 de Tesla située dans le Nevada, apportant un investissement de 1.6 Mrds\$.
  - En 2019 : avec Toyota, les deux groupes ont créé une joint venture pour les batteries automobiles.

# Détail des lieux de production et du sourcing des batteries des véhicules électriques du marché français

## Provenance des véhicules électriques commercialisés en France

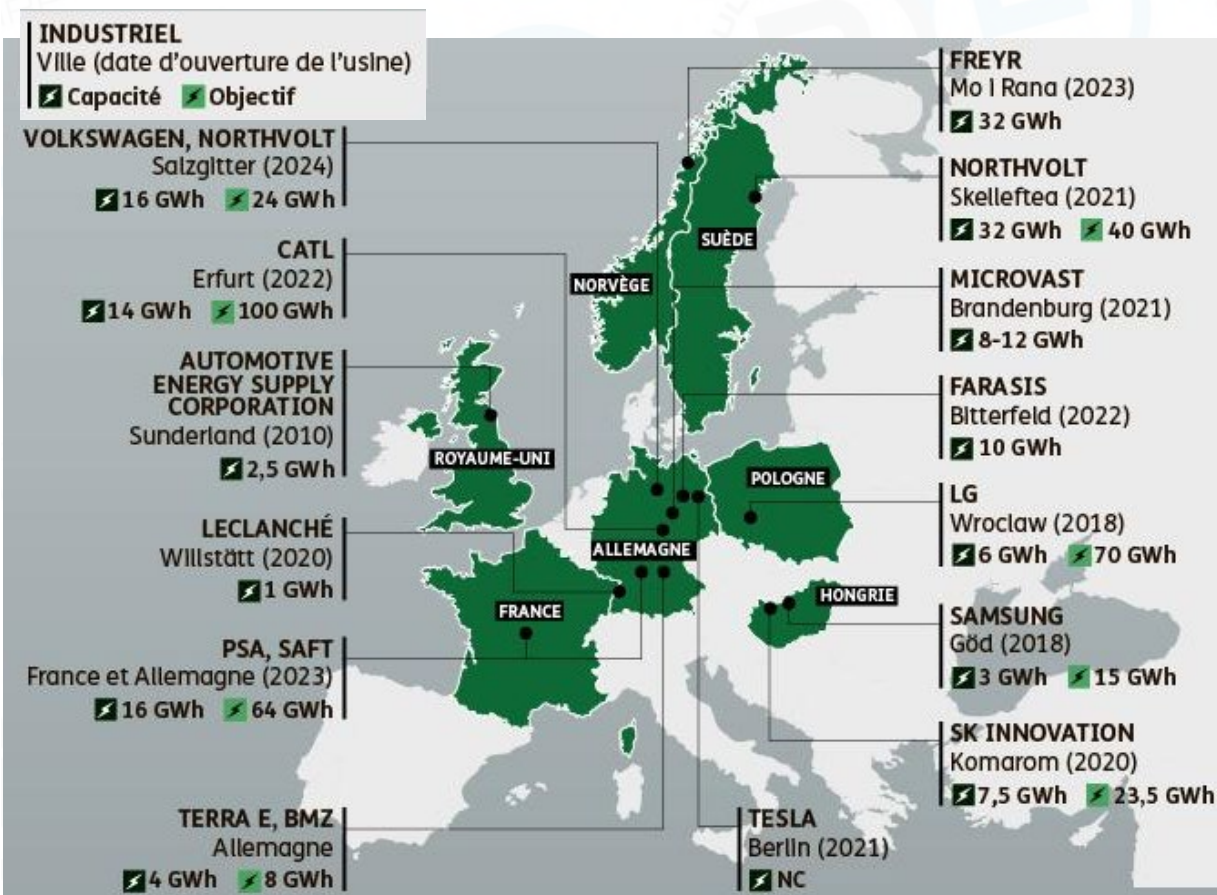
Modèles	Production et assemblage batteries	Provenance des cellules
Renault ZOE II	Flins (France)	Pologne (LG Chem)
Peugeot e-208	Trnava (Slovaquie)	Chine (CATL)
Tesla Model 3	Fremont (États-Unis)	États-Unis (Tesla-Panasonic)
Nissan LEAF II	Sunderland (Royaume-Uni)	Royaume-Uni (Nissan AESC)
BMW i3	Leipzig (Allemagne)	Hongrie (Samsung SDI) depuis 2018
Hyundai Kona électrique	Nosovice (Rép. Tchèque)	Corée du Sud (LG Chem)
Kia e-Niro	Hwaseong (Corée du Sud)	Corée du Sud (SK Innovation)
Volkswagen ID.3	Leipzig (Allemagne)	Allemagne (LG Chem)

- Malgré des lieux d'assemblage plus ou moins proches, les batteries proviennent d'usines généralement plus lointaines et dans tous les cas liées à des opérateurs asiatiques (hormis Tesla).

Source : automobile-propre.com – juin 2020

# L'Europe est entrée dans un mouvement massif d'implantation d'usines de batteries ; l'Allemagne titre son épingle du jeu en nombre de projets et en capacité

## Liste des projets européens de production de Batterie en Europe



- Le retard face aux opérateurs asiatiques de la batterie est énorme (moins de 1% des capacités mondiales de production de batterie en 2019 pour l'Europe).
- Avec les projets en cours, l'Europe devrait peser d'ici 2029 – seulement – 17% des capacités mondiales.
- Ainsi, avec la prise de conscience tardive des pays européens (les marchés asiatiques sont déjà conquis et les autres opérateurs disposent d'avantages concurrentiels importants), l'implantation de nouvelles usines sur le continent relève maintenant de notre souveraineté économique et de notre indépendance énergétique.

Source : Industrie et technologie – septembre 2020

# L'Allemagne devrait être en mesure d'assurer un rôle de leader dans l'électrique et les batteries avec 3 projets d'implantation d'usines

Gigafactory Tesla  
de Berlin - Brandenburg



## ○ L'usine Tesla de Berlin-Brandebourg :

- Le projet d'usine Tesla en Europe remonte à début 2015, plus de 10 pays européens, dont la France, étaient en concurrence pour accueillir l'usine. Finalement, c'est à Berlin-Brandebourg que le projet a été annoncé en novembre 2019, pour une mise en service en 2021.
- Le site devrait être l'une des plus grandes installations de véhicule électrique en Europe, il abritera à la fois un centre d'ingénierie et de conception. Sur son site internet, le constructeur la présente comme l'usine de production de véhicules électriques la plus avancée au monde.
- Pour préparer l'ouverture, Tesla propose 12 000 offres d'emploi sur son site internet.

## ○ Le projet du Chinois CATL :

- En octobre 2019, il annonce la construction de sa première usine de batteries en Allemagne, située près d'Erfurt dans le Land de Thuringe.
- Il s'agit de la première usine chinoise installée en Europe et d'un transfert de technologie (batteries lithium-ion) de la Chine vers l'Allemagne. L'État allemand aurait accordé des subventions sans que l'on en connaisse les détails. L'investissement représente 1.8 Mrds € pour 2 000 emplois, la production de l'usine de 23 ha devrait débuter début 2022.

## ○ Le projet Total/Automotive Cells Compagny (cf. infra) :

- Implantation d'une usine à Kaiserslautern à l'horizon 2023-2024

Parc industriel d'Erfurter Kreuz – projet  
CATL



La France a aussi deux projets d'implantation, mais ils sont encore en phase d'étude et le retard apparait important face aux autres acteurs (1)



#### L'État en dehors de la gestion du projet :

Le 26 mai, à l'issue de la visite de l'usine de Valeo à Étapes (Pas-de-Calais), Emmanuel Macron annonçait l'entrée de Renault au capital de la future ACC. *"Renault a acté ce matin sa décision de rejoindre le programme européen de batteries électriques"*

Or, finalement, Renault ne semble pas faire partie de l'aventure.

(source : L'Usine Nouvelle)

- Le premier projet est porté par un partenariat entre **PSA/Opel et Total/Saft** :
  - Annoncé en janvier 2020, il a pour objectif le développement dans la production de batteries pour véhicules. Une co-entreprise (Automotive Cells Company – ACC) a été inaugurée en septembre 2020.
  - L'investissement représente 5 Mrds €, dont 1.3 Mrds€ financés par les gouvernements allemand et français, ainsi que l'Union Européenne.
  - ACC est détenue à 50/50 entre les deux groupes pour la phase pilote ; l'entreprise va commencer par des travaux de R&D visant à mettre au point "de nouvelles technologies de cellules lithium-ion de haute performance" sur deux sites :
    - un centre de R&D à Bordeaux,
    - un site pilote à Nersac, en Charente-Maritime (inauguré en janvier 2020).
  - À l'issue de cette phase, la production en série pourra débuter dans deux gigafactories avec une capacité totale de 48 GWh :
    - l'une à Douvrin dans les Hauts-de-France,
    - l'autre à Kaiserslautern en Allemagne à l'horizon 2023-2024.
  - Total et PSA prévoient un démarrage de la production des batteries en 2023 pour une puissance initiale de 8 GWh. Alors que le besoin du marché européen est estimé à 400 GWh à l'horizon 2030, les deux usines pourraient couvrir 12% du besoin européen.



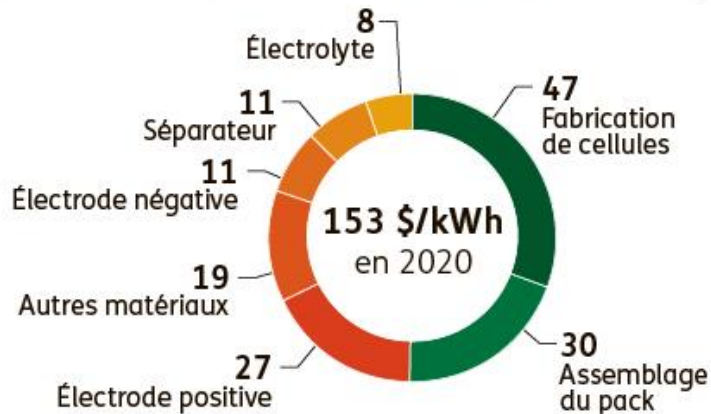
## La France a aussi deux projets d'implantation, mais ils sont encore en phase d'étude et le retard apparait important face aux autres acteurs (2)



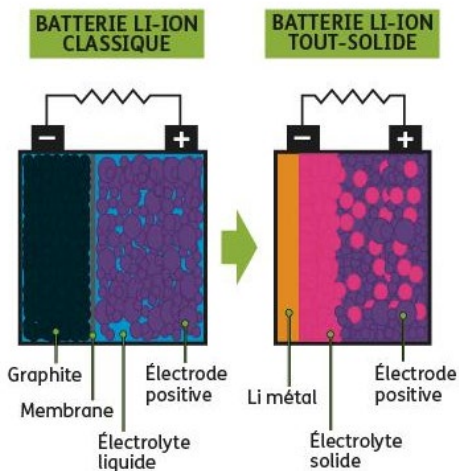
- Le second projet annoncé le 10 août dernier est mené par Verkor, une jeune pousse industrielle grenobloise spécialisée en microélectronique et en électrochimie.
- Dotée de seulement 10 employés et fondée en juillet 2020, la start-up ambitieuse de construire une gigafactory consacrée à la production de cellules (unité de base des batteries).
- Le projet nécessitera selon Verkor, un investissement initial d'1.6 milliard d'euros et a déjà bénéficié d'un soutien de :
  - Schneider Electric, qui apportera son expertise en matière d'optimisation du processus de production,
  - deux groupes de taille plus modeste IDEC et EIT InnoEnergy par association.
    - IDEC est spécialisé dans la logistique industrielle et va s'occuper des plans de la future usine et de son emplacement.
    - EIT, une société d'investissement dans les énergies renouvelables financée en partie par l'Union Européenne, doit apporter des capitaux.
- Pour le moment, Verkor cherche un terrain de 200 hectares, le site d'implantation n'est pas choisi même si l'origine grenobloise de l'entreprise pourra jouer et que Verkor n'a pas non plus exclu de construire son usine à l'étranger (Europe du Sud)
- La construction devrait débuter en 2023, "avec une capacité initiale de batteries de 16 GWh allant jusqu'à 50 GWh en fonction de la dynamique future du marché", d'après Benoit Lemaignan cité par L'Usine Nouvelle

# La barre est haute pour les industriels européens, les Asiatiques disposent déjà d'une avance considérable

Répartition du coût d'une batterie Li-ion  
(en \$/kWh)

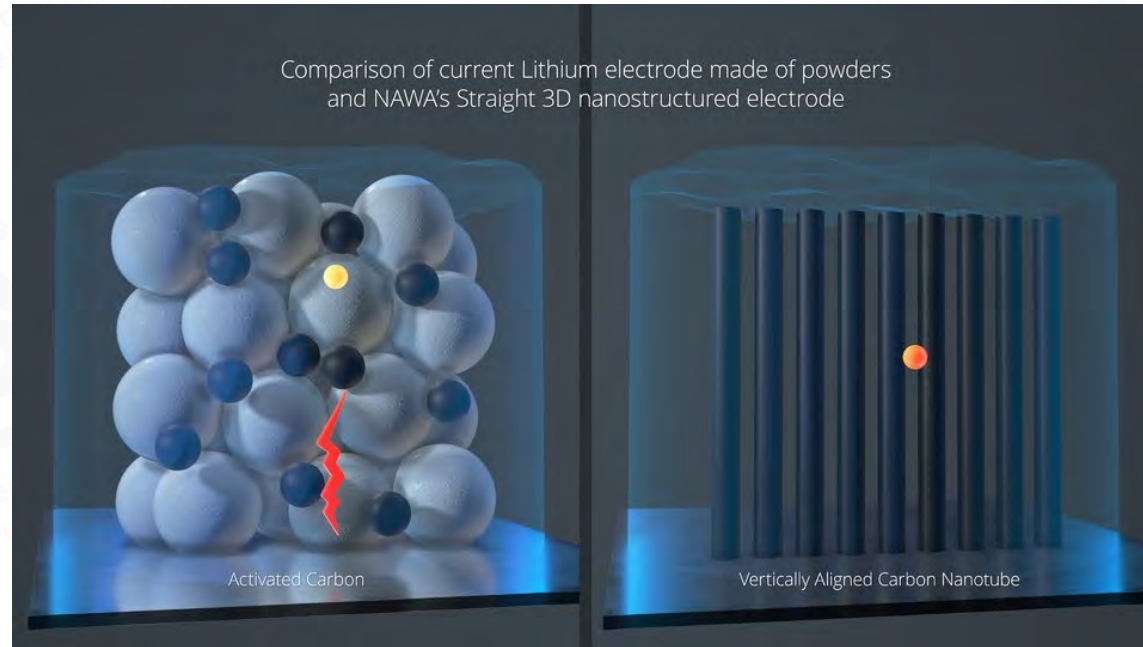


Source : Avicenne Energy



- La batterie est un produit à forte valeur ajoutée : elle capte entre 30 et 40% du prix d'un véhicule.
- Les achats de matières premières pèsent pour les deux tiers du prix d'une batterie automobile : dans ce contexte, l'implantation d'usine en Europe ne sera pas pénalisée par le coût de la main-d'œuvre qui représente une faible part du produit final.
- Aujourd'hui, pour les industriels asiatiques, la batterie est un produit de masse : de très grosses lignes de production automatisées avec de gros équipements qui font du mono-produit à haute cadence. Les normes de qualité sont élevées avec des normes de variation très faibles.
- La barre est donc haute pour les acteurs européens : au-delà des investissements, il y a un réel savoir-faire à acquérir et développer avec une R&D qui sera cruciale dans la bataille de l'électrique. De nouveaux procédés sont à l'étude pour augmenter les rendements énergétiques, comme la batterie solide.
- Par ailleurs, l'industrie des batteries est particulièrement polluante (620 gCO<sub>2</sub>/kWh en Chine selon l'Agence internationale de l'électricité. De l'autre côté, les projets européens sont plus vertueux (67 gCO<sub>2</sub>/kWh en France, 19 gCO<sub>2</sub>/kWh en Norvège ou 9 gCO<sub>2</sub>/kWh en Suède par exemple), situation qu'il faudrait valoriser auprès des instances européennes.

# Une entreprise française promet la révolution dans l'électricité : Nawa



- NAWA Technologies est une jeune entreprise disruptive provençale commercialisant des batteries à recharge rapide et à forte autonomie. Les batteries contiennent des supercondensateurs à nanotubes de carbone censés permettre de fortes densités d'énergie et de puissance. Sa promesse est de développer une électrode permettant de recharger plus rapidement et de densifier la capacité électrique des batteries en doublant celle-ci
- Leur promesse est de permettre une autonomie de 1000 km avec une recharge de 80% en 5 minutes
- La technologie : l'Ultra Fast Carbon Electrode utilise 100 milliards de nanotubes de carbone par  $\text{cm}^2$  alignés verticalement à la façon d'une brosse à cheveux, augmentant de façon spectaculaire sa conductivité et offrant ainsi jusqu'à trois fois plus de densité d'énergie, dix fois la puissance et une durée de vie jusqu'à cinq fois supérieure

# En septembre 2020, pour son "Battery Day", Tesla annonçait des objectifs ambitieux grâce à une nouvelle génération de batteries



- Avec son projet "RoadRunner", Tesla espère parvenir à diviser par deux le coût du kWh tout en augmentant l'autonomie de 54 % avec une nouvelle génération de cellules. Ces dernières sont plus grandes que celles actuellement embarquées à bord des Tesla Model 3 et Model Y. D'une taille de 46 mm de diamètre pour 80 mm de hauteur, elles reposent sur un nouveau procédé industriel qui permettrait de stocker 5 fois plus d'énergie. Ces cellules sont toutefois aujourd'hui spécifiquement conçues pour le Cybertruck et le Semi, dont l'arrivée est prévue à horizon 2022.
- Le constructeur travaille aussi sur un nouveau procédé industriel permettant l'intégration des batteries directement dans le châssis. Une technologie sur laquelle travaille déjà le chinois CATL, qui permettrait de faciliter la conception et de réduire le poids tout en optimisant l'autonomie.
- L'usage de nouveaux matériaux est également au cœur des réflexions :
  - Tesla voudrait remplacer une partie du lithium par le silicium avec un double avantage avec à la clef : une réduction d'environ 5 % du prix au kWh pour un gain d'autonomie de 20 %
  - l'arrêt progressif du cobalt en faveur du nickel, plus simple à recycler et moins difficile à trouver
- Ces innovations technologiques devraient permettre une baisse des coûts, avec à la clef un nouveau positionnement commercial sur une citadine à 25 000 \$ sur le marché US d'ici 3 ans.



# Le développement des véhicules électriques ne sera vertueux pour le climat qu'à la condition qu'il s'accompagne d'une production électrique décarbonée, ce qui est loin d'être le cas à l'échelle mondiale

- Le développement de l'électrique pose de lourds problèmes en termes d'approvisionnement en électricité : en cas de mutation massive du parc automobile vers l'électrique, la demande deviendrait supérieure aux capacités de production. En France, les centrales nucléaires ne suffiraient pas et, pour répondre au besoin, nous devrions importer de l'électricité.
- Par ailleurs, il existe une grande diversité des émissions de CO<sub>2</sub> selon les modes de production :
  - *L'éolien : 11 g de CO<sub>2</sub> par kWh*
  - *Le nucléaire : 12 g de CO<sub>2</sub> par kWh*
  - *L'hydraulique : 24 g de CO<sub>2</sub> par kWh*
  - *Le solaire : 41-48 g de CO<sub>2</sub> par kWh*
  - *Les bioénergies (biomasse) : 230 g de CO<sub>2</sub> par kWh*
  - *Le gaz : 490 g de CO<sub>2</sub> par kWh*
  - *Le charbon : 820 g de CO<sub>2</sub> par kWh*
- Le constat est d'autant plus alarmant que, à l'échelle mondiale, de nombreuses économies utilisent des modes de production polluants. Si en Europe il existe une trajectoire énergétique volontariste (le Royaume-Uni et 19 pays de l'Union Européenne se sont engagés à sortir totalement du charbon avant 2030 et l'Allemagne en 2038), notons que :
  - Dans le monde, 190 gigawatts de centrales à charbon sont en construction et 332 gigawatts supplémentaires sont programmés : en Chine (250 GW), en Inde (65 GW) ainsi qu'en Turquie et Indonésie
  - Aux USA, 62% de la production d'électricité est toujours produite à partir d'énergies fossiles (avec un charbon qui pèse 23% et 38% pour le gaz), l'EIA Energy Information Administration (EIA) prévoit que la part du charbon descendra à 17%... en 2050

# Tesla mise sur un camion et un pick-up électriques et le Hummer revient mais en électrique : même les gros véhicules s'y mettent

Tesla Semi et Cybertruck



GMC Hummer EV



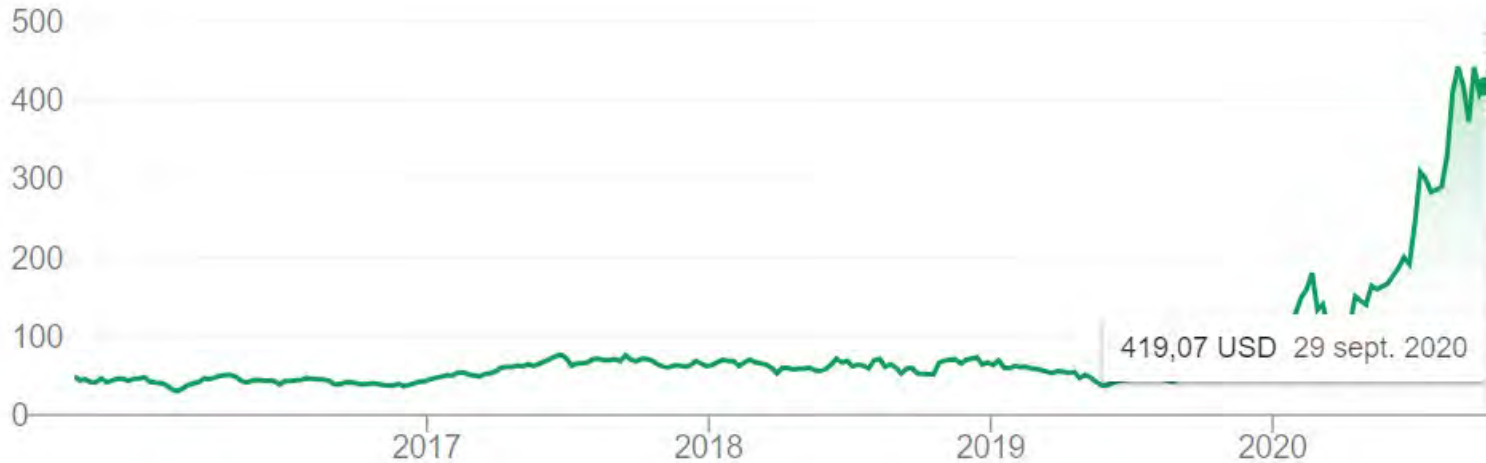
- Officialisé depuis 2017, le camion électrique de Tesla, un prototype du Tesla semi, a été aperçu sur une remorque revenant de tests sur les routes.
- Il serait rentré en production en juin 2020 d'après un e-mail d'annonce de E. Musk à ses employés, cependant l'annonce est contradictoire avec les annonces du "Battery Day", ce qui montre bien que l'aboutissement technologique n'est pas encore terminé et devrait intervenir d'ici 2022.
- Le Tesla Cybertruck est un utilitaire au look rétro-futuriste, offrant plus de 2 800 litres de chargement, grâce entre autres à sa grande benne, tandis que sa présentation intérieure s'inspire fortement de la Tesla Model 3. Plus abouti encore que les précédentes productions de la marque, le pick-up électrique se décline en trois versions, avec un, deux ou trois moteurs, offrant une autonomie oscillant entre 400 et 800 km en une seule charge pour la version la plus haut de gamme
- GMC dévoile en octobre 2020 son Hummer EV, un pick-up 100% électrique ressuscitant le nom du célèbre 4x4 Hummer des années 1990 dérivé d'un engin militaire. L'utilitaire "zéro émission" reprend de son ancêtre une certaine inclination pour les superlatifs.
- Les trois moteurs de la série spéciale de lancement Edition 1 développent en effet 1.014 ch ensemble et GMC annonce un couple de 15.592 Nm, bien qu'il s'agisse probablement là du couple aux roues et non au moteur comme indiqué traditionnellement, le constructeur n'ayant pas précisé ce point. Le pick-up est équipé de quatre roues motrices et directrices. Comme sur d'autres véhicules à roues arrière directrices, les roues avant et arrière tournent dans des sens contraires à petite vitesse pour améliorer la maniabilité et dans le même sens à haute vitesse pour optimiser la stabilité. Mais le Hummer EV dispose en plus d'un mode "crabe" qui, à faible allure, fait tourner les quatre roues en parallèle pour permettre à l'engin de se mouvoir en diagonale. GMC annonce par ailleurs un chrono de 3 s sur l'exercice du 0 à 60 mph (96 km/h), soit le temps d'une supercar, et une autonomie pouvant dépasser les 560 km sur une charge



TESLA

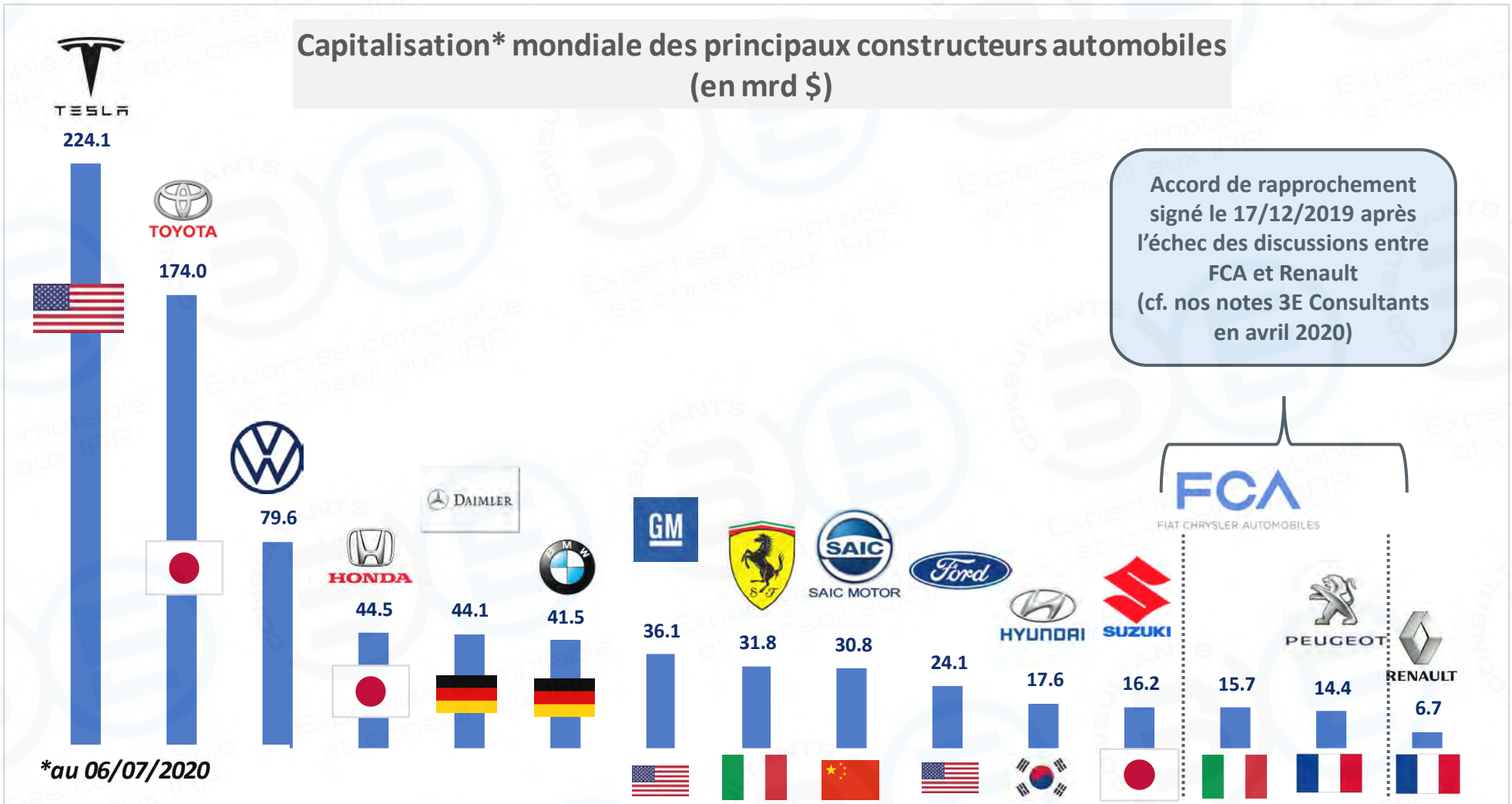
Reflet des fortes attentes sur l'électrique, l'action Tesla a atteint des records historiques et déjoue toute rationalité en matière de multiple de valorisation

Cours de l'action Tesla au NASDAQ



- À fin septembre 2020, Tesla atteint une capitalisation boursière de 390 Mrds\$ ... contre 6.4 Mrds € pour Renault.

Avec 367 500 voitures livrées en 2019, Tesla "caracole" à la première place mondiale en termes de capitalisation : si la situation reflète une bulle spéculative, elle révèle aussi une réelle défiance des investisseurs vis-à-vis des constructeurs mondiaux de véhicules thermiques



○ À fin septembre 2020, le mouvement s'est encore amplifié : Tesla atteint une capitalisation boursière de 390 Mrds\$... contre 6.4 Mrds € pour Renault.



# Face à un Tesla survalorisé, les constructeurs automobiles connaissent un affaiblissement considérable sur les marchés financiers

- Le 1<sup>er</sup> juillet 2020, le constructeur Californien **Tesla** devenait le constructeur automobile **le mieux valorisé en bourse dans le monde**, dépassant la capitalisation de Toyota (10.74 Mio de véhicules) et égale à 2.8 fois la capitalisation de Volkswagen (10.71 Mio de véhicules)
- Ce parcours bousier enviable est **complètement décorrélé de la réalité de l'activité**, alors que Tesla a produit seulement 367 500 voitures en 2019. Pourtant, cette **situation est loin d'être anecdotique** car la capitalisation a d'importants **avantages concurrentiels** :
  - **lever du capital** par l'émission de nouvelles actions, ce qui permet de renforcer les capitaux propres par une hausse de la valeur nominale des actions,
  - **se financer à faible coût auprès des investisseurs** au regard d'une prime de risque réduite,
  - **réaliser des opérations de consolidation/croissance externe** (rachats d'entreprises) sans décaisser de cash en payant en actions.
- À l'inverse, **être mal valorisé**, comme c'est le cas actuellement pour nos constructeurs nationaux, est un **facteur de déstabilisation important** avec :
  - des risques de prises de participations ou de contrôles (OPA). À terme, la possibilité de voir passer l'entreprise sous pavillon étranger et des **risques de fuite de technologie**,
  - une **hausse des coûts de financement**, phénomènes de dilution en cas d'augmentation de capital...
- Si la place de l'État français au capital de nos constructeurs nationaux (15% pour Renault et 17.8% dans Peugeot via la BPI) permet de les préserver d'une OPA hostile, elle implique aussi de jouer le rôle de banquier, comme ce fût le cas en 2008, où 6 Mrds € ont été prêtés en 2008 à Renault et à Peugeot et à nouveau aujourd'hui à plus large échelle avec Renault (sur ce point, cf. notre note 3E Consultants de juin 2020 "Quelles perspectives pour l'industrie automobile ?")

Toutefois, le scandale de la start-up américaine *Nikola* est le reflet des incertitudes technologiques dans le domaine et de la communication parfois outrancière des start-up américaines



- En raison des accusations qui visent son entreprise et, surtout, sa personne, Trevor Milton, fondateur de Nikola, a démissionné.
- Nikola, spécialisé dans la conception de poids lourds électriques, va désormais devoir avancer sans son fondateur. Dans un communiqué publié le 20 septembre, le constructeur annonce avoir accepté la démission de Trevor Milton de son poste de président. La décision de l'intéressé intervient après un rapport accablant de Hindenburg Research. Ce cabinet a mis en exergue des mensonges et des fausses promesses liés à Nikola et Trevor Milton, dans le but d'attirer des investissements. Parmi les arguments avancés, il y a cette vidéo montrant un camion en train de rouler — alors qu'il ne roule pas vraiment.
- Le fait que Trevor Milton se retire de lui-même viendra peut-être mettre de l'huile sur le feu et appuyer l'argumentaire du camp opposé. Dans une lettre diffusée sur Twitter le 21 septembre, il explique son choix : "On devrait se concentrer sur l'entreprise et sa mission révolutionnaire, pas sur moi. Je prévois de me défendre contre les allégations à mon encontre, lancées par des détracteurs extérieurs". Il souhaite rediriger les enquêtes — et la lumière — sur lui et protéger son entreprise.