

LES MATÉRIAUX STRATÉGIQUES : SITUATION ET PROPOSITIONS DE L'INDUSTRIE AUTOMOBILE FRANÇAISE

1. CONTEXTE

Les industries manufacturières dans leur ensemble subissent aujourd'hui l'effet cumulé d'une **hausse de la demande** de nouveaux pays industrialisés et d'une recherche constante **d'innovation**. A cela s'ajoute la nécessaire prise en compte d'enjeux croissants, liés à **l'environnement, aux conditions d'extraction et de transformation des matières premières et à l'évolution du contexte réglementaire**.

Le secteur automobile est également en pleine mutation avec l'émergence massive des véhicules électrifiés, connectés et autonomes imposant de repenser les technologies et les process, par le biais d'une innovation constante⁽¹⁾.

Face à cette évolution des marchés, **la capacité minière de la France et de l'Europe reste limitée** pour des raisons liées à géologie des sols, à des ratios technico-économiques non favorables mais également à l'acceptabilité sociale associés aux projets d'extraction. De ce fait, la production des ressources métalliques et énergétiques est assurée actuellement à plus de 80% dans des pays se trouvant à l'extérieur de la zone européenne comme l'Asie, l'Australie, la Russie, l'Amérique du Nord et du Sud ou certains pays africains (Afrique du Sud entre autres). En ce qui concerne les métaux stratégiques, leur production mondiale est pour la quasi-totalité d'entre eux liée à un nombre très restreint de pays, par exemple la Chine comptant pour plus de 85% de la production mondiale de terres rares.

A ce contexte se rajoute, la loi sur le **devoir de vigilance** et plus globalement la nécessaire prise en compte de la Responsabilité Sociétale et Environnementale (RSE). La loi française ^(*) impose notamment – et à minima – l'obligation de mise en place d'un plan de vigilance afin de prévenir les risques sociaux (droits humains), environnementaux, légaux-corruption, touchant les activités directes mais aussi celles des filiales et des partenaires commerciaux (sous-traitants et fournisseurs). Ainsi, l'application des exigences RSE sur la chaîne d'approvisionnement impose d'assurer une **meilleure traçabilité des matières premières** (ex. législation des minerais de conflit) sous peine de possible judiciarisation des impacts.

Ces forces en présence impactant le marché des matériaux stratégiques représentent pour les constructeurs et les équipementiers, des enjeux majeurs imposant la **définition d'une politique de sécurisation des approvisionnements à moyen terme** et de **positionnement sur les futures réglementations**, objet des travaux du présent groupe de travail (CRA10)

() La Loi sur le devoir de vigilance concerne les sociétés françaises qui emploient au moins 5 000 salariés en France et les sociétés de plus de 10 000 salariés en France ayant leur siège social ailleurs dans le monde.*

¹ <http://www.annales.org/re/2020/resumes/juillet/11-re-resum-FR-AN-juillet-2020.html#11FR>

2. SYNTHÈSE DES RECOMMANDATIONS

Le groupe de travail formule les recommandations suivantes issues des analyses exposées dans ce document :

1 - Recommandations sur les risques liés aux Platinoïdes (PGM) :

- Soutenir l'innovation par des programmes dédiés permettant :
 - de disposer de technologies compétitives pour **substituer les PGMs** selon le contexte (économique, législatif, géopolitique...)
 - d'encourager les études sur **les catalyses à basse température**
- Maintenir les efforts de **collecte, de recyclage et réutilisation** pour la catalyse automobile afin de préserver cette filière compétitive.
- **Évaluer et intégrer l'impact de toutes nouvelles réglementations** sur les consommations induites de PGM et donc sur l'équilibre filière⁽²⁾

2 - Recommandations sur les Terres Rares :

- **Promouvoir** les initiatives depuis la R&D jusqu'au stade industriel pour une offre plus importante en aimants à faible teneur - voir sans - terre rare lourde et une substitution progressive du Nd/Pr.
- **Soutenir les initiatives** économiquement viables sur le recyclage au travers des filières liées aux véhicules hors d'usage et des objets de nouvelle mobilité (en soutenant notamment les études sur le coût du démontage des composants concernés).
- **Poursuivre** les initiatives permettant de regrouper les sujets stratégiques pour les secteurs industriels au niveau Européen dans des appels à projets type Horizon-2020⁽³⁾ ou Horizon-Europe⁽⁴⁾
- **Construire une vision** type Cartographie avec les listes des acteurs, des programmes d'aides, des sujets et des initiatives ouvertes sur ces thématiques

3 - Recommandations sur le Lithium

- Un **suivi régulier et attentif du marché** et de l'offre nous semble nécessaire par le biais des divers comités déjà existants.
- Ce suivi et les orientations législatives doivent se faire en **cohérence** avec la montée en puissance des initiatives nationales et européennes dont l'IPCEI sur l'alliance européenne des batteries
- Ce suivi doit prendre en compte les évolutions réglementaires substances pouvant affecter le Lithium et ses composés.

4 - Recommandations sur le Cobalt et Nickel :

- Soutenir le **développement de projets miniers** responsables
- **Favoriser l'harmonisation et la stabilité des choix politiques et législatifs nationaux** afin de soutenir les actions liées aux engagements industriels communautaires et/ou RSE. Face aux réglementations internationales, européennes et nationales (devoir de vigilance, loi Sapin 2...), la filière doit disposer des conditions nécessaires à la mise place de schéma pérenne.
- **Favoriser les filières de recyclage** batterie, pour le Cobalt et le Nickel de qualité⁽⁵⁾
 - Garder / développer les compétences & la compétitivité
 - **Soutenir les efforts de R&D et d'industrialisation** pour assurer le développement des capacités de recyclage sur le sol français

² Impacts des normes antipollution sur la demande mondiale en platinoïdes : cas du platine, du palladium et du rhodium, Notes Euromines 2018

³ <https://www.horizon2020.gouv.fr/>

⁴ https://ec.europa.eu/info/horizon-europe-next-research-and-innovation-framework-programme_en

⁵ <https://www.conseil-national-industrie.gouv.fr/csf-remettre-filières-au-coeur-de-la-politique-industrielle-francaise>

- Dans le contexte général du Green Deal et du CSS (Chemical Strategy for Sustainability), **porter une attention particulière aux évolutions réglementaires** européennes futures (économie circulaire, éco-design)
- **Assurer la cohérence des réglementations** applicables à la filière, sans limiter son développement économique

5 - Recommandations de la PFA sur les matériaux pour l'électronique :

Assurer au sein de la filière des actions permettant **de prendre en compte la criticité** des matières stratégiques de façon la plus précise possible dans le cadre :

- du marché actuel : avec une **augmentation généralisée** des volumes d'usage des composants électriques et électroniques au sein de la filière,
- du marché à court-terme de l'électronique de puissance : **augmentation croissante** des usages du SiC & GaN, principalement manufacturé au Japon. Ces matériaux n'ayant aucune alternative à moyen terme, le risque logistique ou d'approvisionnement est à considérer par la chaîne d'approvisionnement
- des projets de R&D : intégrer des **actions spécifiques** afin de diminuer la dépendance à certaines matières stratégiques

6 - Recommandations de la PFA sur les minerais de conflit

- **Message aux entreprises** : le devoir de vigilance nécessite une **organisation administrative lourde et couteuse** qui doit **s'anticiper**, d'autant plus que le périmètre géographique couvert par le règlement européen est beaucoup plus large que celui du Dodd Frank acte
 - La PFA recommande donc aux entreprises de la filière d'analyser la présence des 3TG dans leurs produits et leurs process et le cas échéant d'alerter et d'interroger ses fournisseurs.
- **Message aux organisations professionnelles, organismes, ministères**
 - Communiquer sur les outils d'aide
 - Venir en support aux entreprises en difficulté
- **Message aux pouvoirs publics** :
 - S'assurer d'une **cohérence maximale** entre réglementations nationales et européennes

7 - Recommandation de la PFA sur les polymères :

- **Favoriser** les échanges techniques amont,
- Disposer d'un **plan de sécurisation** à jour, avec des alternatives matières actives
- Porter un point d'attention sur toutes **dépendances à des acteurs uniques**

8 - Recommandations de la PFA sur l'économie circulaire :

- Dans le cadre actuel où peu de matières dites stratégiques sont recyclées faute d'équilibre financier avéré, il est nécessaire de **promouvoir** :
 - **des actions de R&D** visant à étudier les solutions de collecte, de tri et de recyclage futures,
 - **la mise en œuvre de mécanismes financiers incitatifs** afin de pouvoir pérenniser les filières de recyclage et démarrer les investissements nécessaires.
- Il est important d'associer également à ces études technico-économiques, **des modèles de prévision offre / demande**, intégrant les enjeux de diminution/épuiement des réserves associées. L'objectif est d'identifier les périodes où les investissements seront nécessaires.

9 – Recommandations transversales :

- **Poursuivre la représentation de la PFA au sein du COMES** (Comité des Métaux Stratégiques) pour avoir accès à des données d'entrée, disposer d'un réseau d'alerte et d'informations et porter la voix de l'automobile sur les évolutions technologiques et les besoins en matériaux stratégiques
- **Demander au COMES / BRGM** une mise à jour régulière des dossiers, avec un focus prioritaire attendu sur le Lithium, le Cobalt puis le Nickel
- **Mettre en place une veille / information / sensibilisation de tous les acteurs de la PFA**
- **S'assurer de la cohérence des réglementations** nationales vs. Européennes (REACH, VHU, Minerais originaires de zones de conflit ...) vs internationales (« conflit minerals » des Etats-Unis, .)
- **Venir en support à la prise en compte de la réglementation** « conflit minerals », du futur Règlement Batteries et des criticités pour raisons RSE (Mica, Co, Li...) via le GT relations clients-fournisseurs animé par la PFA
- **Développer des standards et des outils de traçabilité** des métaux et des matières critiques le long des chaînes d'approvisionnement et de recyclage.

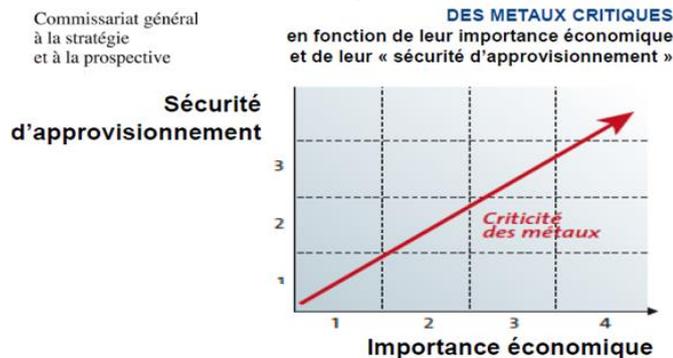
3. DEFINITIONS ET CADRAGE GENERAL

Certaines matières sont à la base d'innovations récentes (nouveaux matériaux, équipements innovants, process industriels) ayant un impact direct sur la compétitivité industrielle. Ces matières peuvent regrouper des substances, des minerais, des métaux que nous regrouperons par soucis de facilité en terme de « **matériaux critiques** ».

Nombre d'entre eux sont dites « stratégiques ». La notion de stratégique se réfère à la fois à leur:

- Criticité d'utilisation ou importance économique : des matières conférant des caractéristiques particulières, importantes pour la compétitivité, et peu ou pas de solution de substitution existante
- Rareté potentielle ou sécurité d'approvisionnement : une production mondiale limitée ou concentrée.

La matrice de criticité : un outil d'évaluation du risque

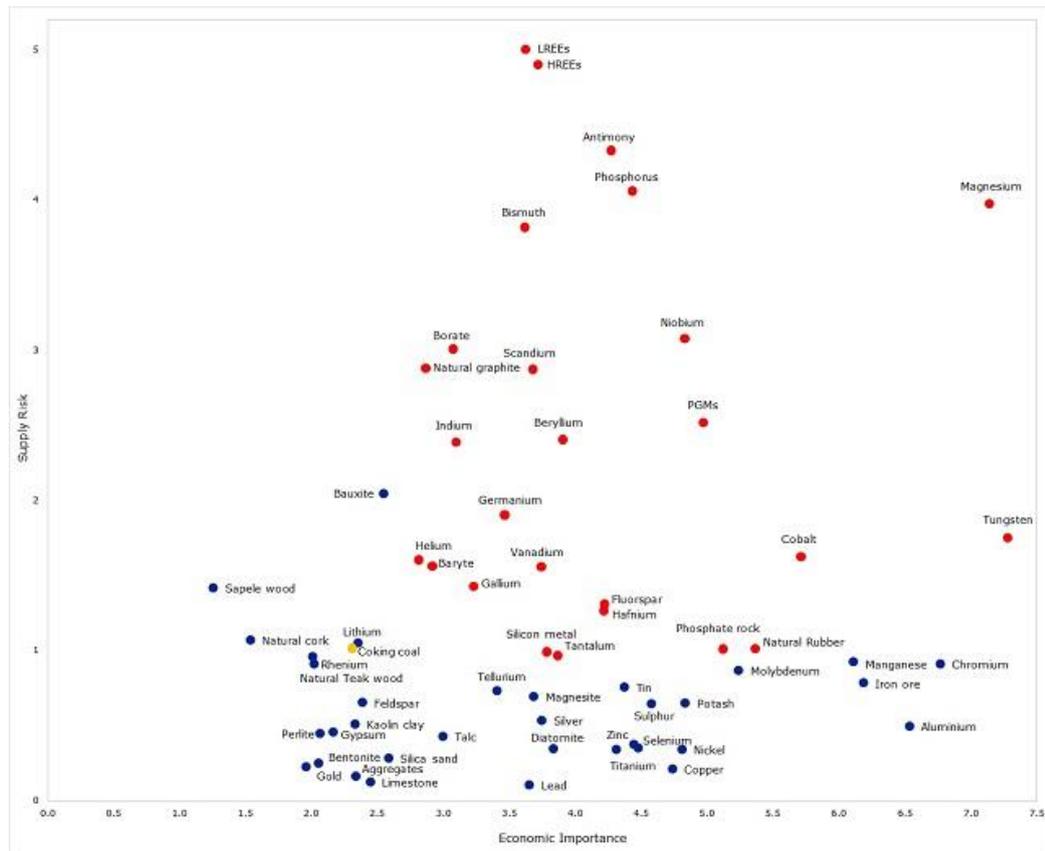


L'Union Européenne a publié en 2020 une liste de **30 matériaux** évalués « critiques » sur 78 analysés, qui comprennent des métaux, des groupes de métaux, des substances et des matières naturelles. Cette liste intègre la bauxite, le lithium, le titane et le strontium

Liste et matrice des substances critiques de l'Union Européenne⁽⁶⁾:

2020 critical raw materials (new as compared to 2017 in bold)		
Antimony	Hafnium	Phosphorus
Baryte	Heavy Rare Earth Elements	Scandium
Beryllium	Light Rare Earth Elements	Silicon metal
Bismuth	Indium	Tantalum
Borate	Magnesium	Tungsten
Cobalt	Natural graphite	Vanadium
Coking coal	Natural rubber	Bauxite
Fluorspar	Niobium	Lithium
Gallium	Platinum Group Metals	Titanium
Germanium	Phosphate rock	Strontium

⁶ <http://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/>



HREEs (Heavy Rare Earth Elements): terres rares lourdes (principalement Tb, Dy),

LREEs (Light Rare Earth Elements): terres rare légères (principalement Nd, Pr, Sm, La, Ce),

PGMs (Platinum Group Metals) : principalement Pt, Pd, Rh

L'accès durable et compétitif à ces matières revêt un caractère vital pour les industriels, et en particulier pour la filière automobile, grande consommatrice d'alliages, de sous-ensembles et de composants.

L'identification et la quantification des besoins en matières stratégiques et l'évaluation des risques liés à leur approvisionnement, prenant en considération les effets successifs au sein d'une même filière, s'avèrent devoir être mieux appréhendées à moyen-long terme, pour en déduire des actions de prévention au sein de la PFA.

La notion de matériaux stratégiques ou critiques étant dynamique, dans un monde où les évolutions géopolitiques, réglementaires, sociétales ou technologiques sont fréquentes, cela suppose de maintenir une veille permanente et de disposer de systèmes d'alerte adaptés à notre filière.

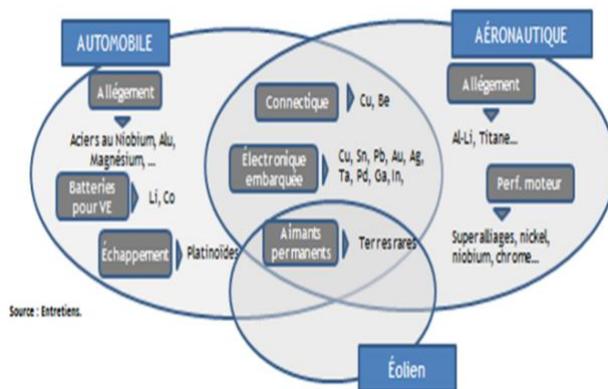
Les axes principaux des travaux du GT (CRA10) sont :

- **Définir** les matériaux stratégiques de la filière automobile
- **Établir un point de situation** à date ainsi que les perspectives des principaux matériaux stratégiques (intégrant le recyclage)
- **Proposer** des recommandations de filière.

4. MATERIAUX STRATEGIQUES DE LA FILIERE AUTOMOBILE : DE QUELS MATERIAUX PARLONS-NOUS ?

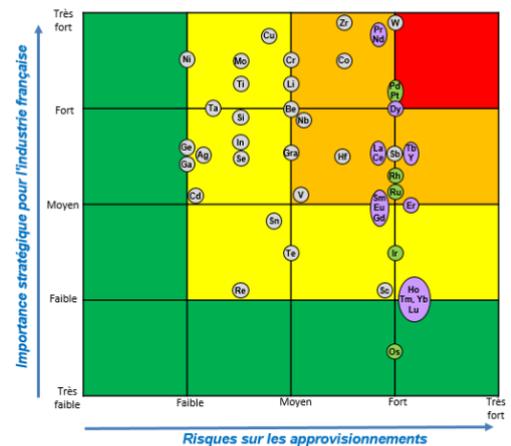
Nous prenons pour référence les conclusions de l'étude PIPAME sur les enjeux des métaux stratégiques pour l'automobile.

Au niveau des industries⁽⁷⁾ :



Au niveau de la matrice française sur les substances⁽⁸⁾ :

ÉVALUATION DE LA CRITICITÉ DES SUBSTANCES OU GROUPES DE SUBSTANCES ÉTUDIÉS PAR LE BRGM
Positionnements actualisés à fin 2020 ("Fiches de criticité")



Ainsi, les matériaux stratégiques pour le secteur automobile sont :

1. Les platinoïdes : principalement Pt, Pd, Rh
2. Les matériaux pour batteries / électrification : Li, Co, Ni, Cu, Graphite
3. Les terres rares (lourdes et légères) : Nd, Pr, La, Ce, Sm, Tb, Dy
4. Les métaux du numérique, de la connectique et de l'électronique (commun aux autres industries) : Ge, Ga, In
5. Les métaux issus de zones de conflit : Sn, Ta, Au, W
6. Certains plastiques : PA, PPE, PVDF
7. Autres matériaux d'origine minérale ou naturelle qui présentent des risques RSE fort comme :
 - le caoutchouc naturel : non substituable à court terme (applications pneumatique / système antivibratoire, ...)
 - le mica (charges, pigments, additifs, feuillets...)
 - le cuir, au niveau des questions liées au bien-être animal

⁷ <https://www.entreprises.gouv.fr/etudes-et-statistiques/enjeux-economiques-des-metaux-strategiques-pour-filieres-automobile-et-aerona>

⁸ <http://www.mineralinfo.fr/page/matieres-premieres-critiques#ensavoirplus>

La chaîne de valeur des industries de la filière automobile est particulière :

- Les constructeurs et équipementiers de rang 1 s'adressent essentiellement à des fournisseurs de composants / pièces pour répondre à leurs besoins, les achats directs de matières ne représentant ainsi qu'une part mineure du montant global.
- Cependant, les besoins forts de sécurisation tant en termes de volume que de traçabilité, conduisent un nombre croissant d'acteurs à se positionner sur des engagements contractuels de moyen / long terme, à nouer des partenariats avec des acteurs du recyclage, voire même à se positionner très en amont de la chaîne de valeur. Cela relève de la stratégie de chaque entreprise et des décisions d'investissement associés.

Un exemple de panorama global des partenariats sur les matières stratégiques associées aux véhicules électrifiés, établi à mi 2019 montre la diversité des parties prenantes et des stratégies possibles⁽⁹⁾



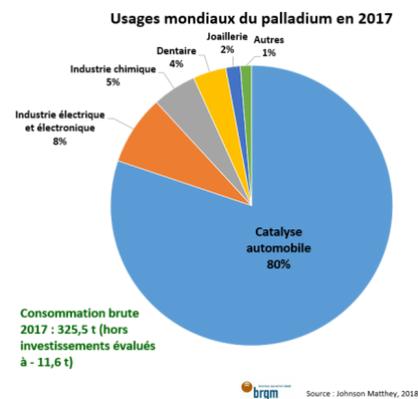
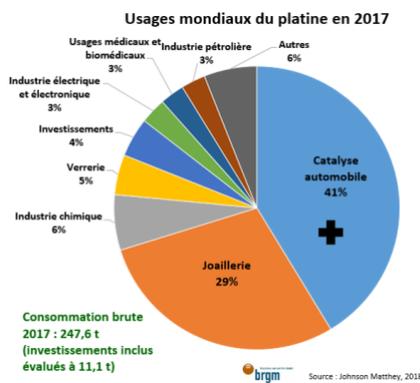
⁹ Source interne Renault sur base de rapports d'étude, presse

5. POINT DE SITUATION ET PERSPECTIVES POUR LES PRINCIPAUX MATERIAUX STRATEGIQUES DE L'AUTOMOBILE

4.1. Les Platinoïdes (PGM)

Usage

Le marché des platinoïdes (principalement Pt, Pd, Rh) dépend fortement du secteur automobile. En effet, la demande pour les **catalyseurs** représente **78 %** des usages mondiaux du Palladium, **41 %** de ceux du Platine et **80 %** de ceux du Rhodium.

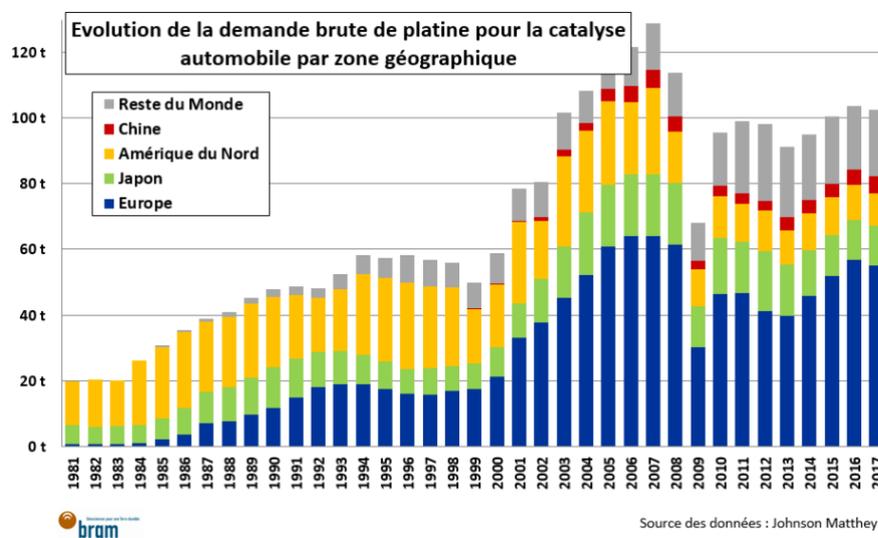


En Europe, les quantités de platinoïdes utilisées par véhicule sont en moyenne de :

- Véhicules essence : 2 à 4 g de Pd-Pt (Pd largement dominant avec utilisation croissante de Rhodium)
- Véhicules diesel: 2 à 4 g de Pd-Pt (Pt largement dominant)

Perspectives

En réponse à la sévèrisation des normes d'émissions des motorisations à travers le monde (Euro7, China 6, USLev3+, ...), les systèmes de catalyse sont de plus en plus performants et nécessitent des **teneurs et des mixtes en Pd, Pt, Rh croissants**.



D'autres leviers sous-tendent le maintien du caractère stratégique des PGM :

- a. Des **tests d'émission sur véhicule en conditions réelles (type RDE : real drive émission)** qui se généraliseront en Europe, Japon, Chine, Inde...
- b. Une **tension durable sur les prix**⁽¹⁰⁾, notamment sur le palladium et le rhodium (hausse des prix constantes, effets de trading sur le secteur des matières cotées, ...)
- c. Des **évolutions technologiques** comme la pile à combustible nécessitant le recours aux PGM, notamment le Pt. Cette quantité de Platine dépendra de la technologie des stacks et de la généralisation de cette technologie dans les transports individuels et collectifs. Son appropriation par le marché nous laisse penser à une potentielle influence au-delà de 2025.

Recyclage

La filière de recyclage des PGM est particulièrement mature en Europe sur les catalyseurs, avec un taux de recyclage > 80%, en forte croissance sur les dernières années.

Ainsi, le marché est couvert à hauteur à 25% pour le platine, 25% pour palladium et 33% pour le rhodium ⁽¹⁰⁾.

Recommandations de la PFA sur les risques liés aux PGM :

- Soutenir l'innovation par des programmes dédiés permettant :
 - de disposer de technologies compétitives pour substituer les PGMs selon le contexte (économique, législatif, géopolitique...)
 - d'encourager les études sur les catalyses à basse température
- Maintenir les efforts de collecte, de recyclage et réutilisation pour la catalyse automobile afin de préserver cette filière compétitive
- Evaluer et intégrer l'impact de toutes nouvelles réglementations, sur les consommations induites de PGM et donc sur l'équilibre filière⁽¹¹⁾

¹⁰ PGM Matthey market report, May 2019

¹¹ Impacts des normes antipollution sur la demande mondiale en platinoïdes : cas du platine, du palladium et du rhodium, Notes Euromines 2018

4.2. Les terres rares (REE)

Les terres rares sont au nombre de 17 :

- le scandium, l'yttrium
- et les 15 lanthanides (éléments 57-71)
 - le lanthane, le cérium, le praséodyme, le néodyme, le prométhium, le samarium, l'euporium
 - le gadolinium, le terbium, le dysprosium, l'holmium, l'erbium, le thulium, l'ytterbium et le lutétium

Ci-joint la localisation des terres rares lourdes et légères dans la classification périodique des éléments⁽¹²⁾

IUPAC Periodic Table of the Elements

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 1 December 2018. Copyright © 2018 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

Ces terres rares sont généralement regroupées en 2 types de classification : les terres rares lourdes et les terres rares légères.

57 La lanthanum 138.91	58 Ce cerium 140.12	59 Pr praséodyme 140.91	60 Nd néodyme 144.24	61 Pm prométhium	62 Sm samarium 150.36(2)	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25(3)	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05
terres rares légères (LREE)							terres rares lourdes (HREE)						

Usage

Une présentation du séminaire REE organisé par le COMES en juin 2016 montre les usages des terres rares et a fait un retour sur la crise mondiale de 2012-2014⁽¹³⁾

Les **aimants permanents** des moteurs électriques et des actionneurs, la **catalyse**, et les applications électroniques (écran, connectivité, capteurs...) sont des usages qui prennent une importance grandissante.

Pour illustration, un véhicule thermique contient **entre 200 et 300g** de terres rares alors qu'un hybride (HEV, PHEV) contient de l'ordre du kilogramme de terres rares, voire même **3 kg** en cas d'emploi de batteries NiMH.

Selon la technologie liée aux machines électriques des véhicules électriques (BEV), le recours aux aimants permanents et donc l'utilisation de terres rares, peut-être limité.

¹² <https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>

¹³ http://www.mineralinfo.fr/sites/default/files/upload/seminaire_comes_15juin16_psa_ld_ree_vdiff.pdf

Perspectives

Le contexte actuel fait craindre un possible retour à des **tensions ou une forte volatilité sur les prix**. Tensions géopolitiques, retour au protectionnisme, guerres commerciales, monopôle sur la filière des terres rares lourdes, une production chinoise qui évolue d'exportatrice à importatrice depuis 2019, sont autant d'éléments à considérer.

Bien que de plus faibles capacités et moins intégrées sur toute la chaîne de valeur, les exploitations minières hors Chine⁽¹⁴⁾ : Australie (2nd producteur), Thaïlande, Vietnam, Malaisie, Inde, etc. doivent parfois être soutenues.

Même si les cours de matières sont stables - bien que supérieurs au niveau pré-crise de 2010-2011 - la PFA recommande néanmoins de **rester vigilant** notamment sur :

- les terres rares lourdes : Dy, Tb,
- certaines terres rares légères comme le Nd, Pr, Sm

- **Terres rares lourdes** dans les aimants permanents :

L'augmentation croissante du taux d'électrification des chaînes de traction et la généralisation des actuateurs/moteurs (sièges, fenêtres, ouvrants...) soutiennent une augmentation des quantités consommées.

Les fournisseurs d'aimants privilégient de plus en plus le multi-sourcing (pas seulement Chinois) et ont nettement amélioré leur rendement de production. Ils généralisent également le recyclage interne (résidus de découpe, scraps, ...) et utilisent de plus en plus des modes de production réduisant les reprises d'usinage (aimants « near net shape »,...).

En complément, les fabricants d'aimants innovent pour diminuer les teneurs en terres Dysprosium et Terbium :

- diffusion aux joints de grain (technologies « Grain Boundary Diffusion »)
- utilisation de poudres de plus en plus fine
- développement de nano poudres pour substituer les terres rares lourdes et légères

- **Terres rares légères**

-Aimants permanents : émergence de nouvelles nuances d'aimants avec une substitution du Néodyme et du Praséodyme par le Cérium et le Lanthane (plus abondants dans les minerais et donc plus disponibles).

-Catalyse automobile : augmentation des quantités de Cérium liées à la sévèrisation réglementaire sur les émissions.

Recyclage

Malgré des initiatives qui émergent régulièrement, il reste actuellement nul pour des raisons technico-économiques.

¹⁴ Gilles le Pesant, « La transition énergétique face au défi des métaux critiques » Etude de l'IFRI, janvier 2018

Recommandations de la PFA sur les Terres Rares :

- **Promouvoir** les initiatives depuis la R&D jusqu'au stade industriel pour une offre plus importante en aimants à faible teneur - voir sans - terre rare lourde et une substitution progressive du Nd/Pr.
- **Soutenir les initiatives** économiquement viables sur le recyclage au travers des filières liées aux véhicules hors d'usage et des objets de nouvelle mobilité (en soutenant notamment les études sur le coût du démontage des composants concernés).
- **Poursuivre** les initiatives permettant de regrouper les sujets stratégiques pour les secteurs industriels au niveau Européen dans des appels à projets type Horizon-2020⁽¹⁵⁾ ou Horizon-Europe⁽¹⁶⁾
- **Construire une vision** type cartographie avec les listes des acteurs, des programmes d'aides, des sujets et des initiatives ouvertes sur ces thématiques.

¹⁵ <https://www.horizon2020.gouv.fr/>

¹⁶ https://ec.europa.eu/info/horizon-europe-next-research-and-innovation-framework-programme_en

4.3. Matériaux pour l'électrification Li, Co, Ni, Cu, Graphite

Usage

Les usages associés à ces matériaux ont fortement évolué avec l'électrification des chaînes de traction et le seront avec les évolutions des stockeurs d'énergie embarquée.

Ainsi :

- pour les cathodes et les anodes des batteries : le cobalt et le graphite représenteront des nouveaux usages. Le positionnement de la Chine et les enjeux du marché du graphite naturel et artificiel sont décrits dans la note du BRGM ⁽¹⁷⁾
- si environ 70% du Nickel produit dans le monde est utilisé dans la fabrication des aciers inoxydables, les batteries ne représentent à ce jour qu'une faible proportion de la demande (de l'ordre de 3-4% en 2019). Cette proportion devrait augmenter avec l'électrification du parc et l'augmentation des teneurs en nickel dans les cathodes.
- le cuivre sera plus présent dans les architectures électriques et électroniques liés à passage à la basse tension (400V, 800V) et à la connectivité des interfaces embarquées homme-machine. Le contenu massique pouvant représenter plus 30% pour un véhicule électrique par rapport à son équivalent thermique.

Vis-à-vis des enjeux actuels de l'industrie nous ne détaillerons que le Li, Ni, Co qui représente dans l'industrie automobile les poids suivants :

- Li : 14% (~ 40% en 2025)
- Ni : 4% (~ 10% en 2025)
- Co : 5% (~ 45% en 2025)

Lithium (Li) :

Les prévisions consolidées du taux de pénétration sur le marché des électriques et hybrides sur la période 2025-2030 et l'évolution des chimies alternatives des cathodes (magnésium, métal-air, tout solide...) tendent à maintenir une certaine retenue de la spéculation sur les marchés du Li. La production de Lithium à cet horizon, devrait permettre de répondre à la demande. Cependant un point d'attention porte sur les produits transformés : hydroxydes, carbonates.

De nombreux projets miniers pourraient démarrer leur production dès 2021 ce qui rajoutera du capacitair à une situation pour le moment excédentaire. Cependant, la baisse récente des prix et des tensions au sein des pays producteurs d'Amérique du Sud (sociales, géopolitiques, environnementales) pourraient impacter leur démarrage.

Par ailleurs le risque d'oligopole reste prégnant.

Recyclage

Des travaux sont en cours à la recherche de l'optimum technico-économique⁽¹⁸⁾

¹⁷ <http://www.mineralinfo.fr/ecomine/positionnement-chine-marche-graphite-naturel-synthetique>

¹⁸ <https://www.jt-batteries.record-net.org/storage/presentation/JTBatteries2019-Gaetan-LEFEBVRE-BRGM.pdf>

Recommandations de la PFA sur le Lithium

- Un **suivi régulier et attentif du marché et de l'offre** nous semble nécessaire par le biais des divers comités déjà existants.
- Ce suivi et les orientations législatives doivent se faire **en cohérence** avec la montée en puissance des initiatives nationales et européennes dont l'IPCEI sur l'alliance européenne des batteries
- Ce suivi doit prendre en compte les **évolutions réglementaires substances** pouvant affecter le Lithium et ses composés. Notamment les sels de Lithium qui ont récemment fait l'objet d'une proposition de classification en tant que substance très dangereuse dans le cadre du règlement REACH.

Cobalt (Co) :

La dépendance de l'industrie automobile au Cobalt a évolué avec l'engagement de l'industrie dans la transition énergétique.

Les estimations d'offre et de demande laissent apparaître un **déficit à moyen terme (~2025) induit par le trend attendu sur le marché des batteries Li/ion**.

Au-delà de cet effet volume, d'autres aspects sont essentiels pour la criticité du cobalt, dont le principal pays de production est la république démocratique du Congo (RDC) à plus de 70%.

-le cobalt fait l'objet d'un suivi attentif de nombreuses parties prenantes lié aux risques RSE (extractions artisanale et/ou illégale).

-les coproduits (ex. cuivre, nickel...) subissent à l'heure actuelle une augmentation rapide de la demande, avec pour conséquence des **tensions probables** sur les marchés à moyen terme, avec des risques de volatilité sur les prix.

-les **risques toxicologiques** liés au Cobalt métal et certains de ses sels (ex : sulfate de Cobalt) résultent aujourd'hui de la proposition de restriction d'utilisation de 5 sels de Cobalt dans le cadre du règlement européen REACH⁽¹⁹⁾. Propositions qui pourraient mener à terme, à des restrictions d'usage.

-le critère de **devoir de vigilance** est applicable

-une évolution probable du Cobalt dans la liste des minerais de conflits (Tungstène, Etain, Tantale et Or), avec une forte incitation à engager toute la chaîne d'approvisionnement sur le suivi de l'origine des minerais. Cette **classification du Cobalt en minerais de conflits** pourrait devenir réglementaire.

Recyclage

Très faible pour des raisons liées aux volumes disponibles. Des travaux sont en cours à la recherche de l'optimum technico-économique.

Nickel (Ni) :

Le marché global du Nickel présente un **déficit structurel depuis plusieurs années** car les cours bas n'ont pas permis le développement de nouveaux projets miniers.

Le déficit ne s'est pas encore fait sentir concrètement dans la mesure où de **nombreux stocks** se sont accumulés, représentant plus d'une année de production à ce jour. Toutefois, ces stocks commencent à diminuer de façon significative et un déficit devrait apparaître vers 2025.

A cela se rajoute un risque côté **Indonésie**, principal producteur, susceptible de ré-interdire l'exportation du minerai brut à partir de 2022.

¹⁹ <https://echa.europa.eu/fr/registry-of-restriction-intentions/-/dislist/details/0b0236e181d575c8>

Il faut noter que la fabrication des batteries impose l'emploi de **nickel sous une chimie spécifique**, à savoir le sulfate de Nickel. Or, tous les procédés de transformation du minerai ne permettent pas de les obtenir facilement et à un coût acceptable.

Ils sont en général obtenus à partir d'un produit intermédiaire très pur dit Nickel Classe I. Ces dernières années, les augmentations de production se sont très majoritairement faites sur du Nickel moins pur, dit aussi nickel Classe II (ou ferronickel), à partir de minerais extraits en particulier en Indonésie ou aux Philippines.

Un point de vigilance concerne donc l'offre plus **spécifique en sulfate de Nickel** utilisé pour les batteries Li-ion (non prise en compte dans la matrice de criticité actuelle portant sur le Nickel global), et le fait qu'une grande partie de la **filière de conversion soit localisée en Chine**.

Les **considérations environnementales** sont également à intégrer : par exemple les Philippines ont commencé depuis quelques années à envisager des réglementations plus strictes quant à l'extraction du minerai. Les techniques de type HPAL (High Pressure Acid Leaching) de production du Nickel Class I utilisent de grandes quantités d'acide sulfurique et génèrent d'importants volumes de déchets à stocker. Ainsi, certaines pratiques nuisibles à l'environnement et à la biodiversité pourraient être soumises à des restrictions spéciales, comme le deep-sea tailing (technique qui consiste à déverser en eaux profondes ces résidus métallurgiques).

Enfin, les risques toxicologiques liés aux **sels de Nickel** peuvent conduire à des contraintes ou à des restrictions d'utilisation dans le cadre du règlement REACH.

Recommandations de la PFA sur le Cobalt et Nickel :

- **Soutenir** le développement de projets miniers responsables
- **Favoriser l'harmonisation et la stabilité des choix politiques et législatifs nationaux** afin de soutenir les actions liées aux engagements RSE. Face aux réglementations internationales, européennes et nationales (devoir de vigilance, loi Sapin 2...), la filière doit disposer des conditions nécessaires à la mise place de schéma pérenne.
- **Favoriser les filières de recyclage** batterie, pour le Cobalt et Nickel de qualité⁽²⁰⁾
 - Garder / développer les compétences & compétitivité
 - **Soutenir les efforts de R&D et d'industrialisation** pour assurer le développement des capacités de recyclage sur le sol français
 - Evolution réglementaire européenne future (économie circulaire, éco-design):
 - assurer la cohérence des réglementations applicables à la filière, sans limiter son développement économique
- Faire introduire le Nickel de qualité batterie dans la prochaine liste des matériaux critiques de la Commission Européenne sur les matières premières critiques

²⁰ <https://www.conseil-national-industrie.gouv.fr/csf-remettre-filieres-au-coeur-de-la-politique-industrielle-francaise>

4.4. Matériaux pour connectique et électronique embarquée

Usage

Une **dizaine d'éléments supplémentaires** sont utilisés par l'industrie des équipements électriques et électroniques: [Sn](#), [Pb](#), [Au](#), [Ta](#), [Pd](#), [Ga](#), [In](#)...

L'industrie des semi-conducteurs nécessite notamment le recours aux éléments Be, Mg, B, Ga, In, Si, Ge, P et Sb :

IUPAC Periodic Table of the Elements

Key: atomic number, Symbol, Name, Standard atomic weight

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 1 December 2018. Copyright © 2018 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

L'électrification des chaînes de traction va entraîner une forte augmentation de la quantité d'électronique de puissance et du poids des moteurs associés, d'où une utilisation massive de terres rares et de cuivre.

Les composants de puissance en particulier nécessitent des transistors à base de gallium (GaN) et silicium (SiC).

Le passage du 12V au 48V puis 800V, entraîne un surdimensionnement des alimentations (notamment plus de cuivre), mais en contrepartie, il permet de réduire la section des câbles.

Les véhicules autonomes et communicants embarqueront de très nombreux capteurs (caméras, radars, lidars...) et unités de calculateur moteur (processeurs + DRAM) ainsi que de nombreux composants de communication (modules Network Access Device, module GSM...), tous ces éléments contribueront à une augmentation des recours à ces matières critiques.

Vis-à-vis de l'évolution de la **réglementation REACH**, une attention particulière doit porter sur des éléments tels que le **Gallium** et le **Nickel**, pour lesquels il n'existe pas d'alternative à ce jour.

Recyclage

Un état des lieux de l'activité industrielle du recyclage des cartes électroniques a été réalisé par le Comité des Matériaux Stratégiques⁽²¹⁾. Il souligne l'importance des flux entrants, des compétences et la nécessité d'augmenter l'accès aux gisements des déchets.

²¹ <http://www.mineralinfo.fr/actualites/comes-publie-note-position-recyclage-cartes-electroniques>

Recommandations de la PFA sur les matériaux pour l'électronique :

- Assurer au sein de la filière des actions permettant **de prendre en compte la criticité** des matières stratégiques de façon la plus précise possible dans le cadre :
 - du marché actuel : avec une **augmentation généralisée** des volumes d'usage des composants électriques et électroniques au sein de la filière,
 - du marché à court-terme de l'électronique de puissance : **augmentation croissante** des usages du SiC & GaN, principalement manufacturé au Japon. Ces matériaux n'ayant aucune alternative à moyen terme, le risque logistique ou d'approvisionnement est à considérer par la chaîne d'approvisionnement
 - des projets de R&D : intégrer des **actions spécifiques** afin de diminuer la dépendance à certaines matières stratégiques

4.5. Minéraux issus de zones de conflits (Sn, Ta, W, Au)

Usage

Les principales applications automobiles des 3TG sont notamment :

- **Etain** : Platines et soudures, verres, catalyseurs (mousses polyuréthane, caoutchouc silicone), stabilisant thermique du PVC
- **Tantale** : Composants électroniques (condensateur, écrans LCD, navigation GPS, systèmes ADAS d'aides à la conduite, etc.) alliages, outils de coupe
- **Tungstène** : Electrodes, câbles, pièces d'usure (outils de coupe), alliages, soudures
- **Or** : électronique, connectique, catalyseurs (pile à combustible)

Perspectives

Les risques sont essentiellement **liés à la chaîne d'approvisionnement**, ainsi :

-aux Etats-Unis, depuis le 22 août 2012, la section 1502 du Dodd Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act impose à toutes les entreprises enregistrées à la « Securities and Exchange Commission » (SEC) de déclarer, dans un rapport annuel, l'utilisation et la provenance des minerais d'or, d'étain, de tantale, de tungstène et de leurs produits dérivés. Ces entreprises interrogent ainsi leur chaîne d'approvisionnement et notamment les équipementiers pour déterminer si les minerais proviennent de la **République Démocratique du Congo (RDC)** ou des 9 pays voisins. La FIEV a mis à disposition de la filière un guide pour accompagner les entreprises à remplir ces exigences⁽²²⁾.

- En Europe, le règlement 2017/821 du 17 mai 2017, fixe des obligations liées au **devoir de diligence à l'égard de la chaîne d'approvisionnement pour les importateurs de minerais** en provenant de zones de conflit ou à haut risque. Les utilisateurs aval ne sont pas visés directement par cette réglementation. Toutefois l'article 18.2 rappelle que **si ces utilisateurs ne mettent pas suffisamment en place de schéma garantissant leur devoir de vigilance, des mesures réglementaires pourraient être mise en place et cela dès la première revue du texte au 1 er janvier 2023.**

²² https://www.fiev.fr/jcms/prod_18566/fr/minerais-de-conflit-ue-publication-du-guide-de-recommandation-a-destination-des-operateurs-economiques

Recommandations de la PFA sur les minerais de conflit

- **Message aux entreprises** : le devoir de vigilance nécessite une **organisation administrative lourde et couteuse** qui doit **s'anticiper**, d'autant plus que le périmètre géographique couvert par le règlement européen est beaucoup plus large que celui du Dodd Frank acte
 - La PFA recommande donc aux entreprises de la filière d'analyser la présence des 3TG dans ses produits et ses process et le cas échéant d'alerter et d'interroger ses fournisseurs.
- **Message aux organisations professionnelles, organismes, ministères**
 - Communiquer sur les outils d'aide
 - Venir en support aux entreprises en difficulté
- **Message aux pouvoirs publics** :
 - S'assurer d'une **cohérence maximum** entre réglementations nationales et européennes

4.6. Polymères

Usage - définition

Dès 2013 le GTFM11 de la PFA a étendu l'étude des risques d'approvisionnement et la notion de criticité aux polymères.

Ainsi, une liste de 82 matières plastiques a été analysée sous l'angle de l'exposition de l'industrie automobile (analyse technico-logistique) pour aboutir à une classification du risque sur 5 niveaux :

- 1 - Risque très élevé >> Monosourcing (polymère monomère ou intermédiaire de synthèse)
- 2 - Risque fort >> Multisourcing à risque important
- 3 - Risque moyen >> Multisourcing risque à identifier
- 4 - Risque faible >> Multisourcing à risque faible
- 5 - Sans risque >> Non concerné

Seuls les niveaux 1 et 2 font l'objet d'un suivi particulier. Les matières identifiées à risque sont les suivantes :

- Niveau 1: PA66, PA11, PA46, PA410, PA9T, PEI
- Niveau 2: PA12, PAMXD6, PA6-I, PPE, PA/PPE, PVDF

Perspectives

Sur certains de ces polymères des situations de **crise d'approvisionnement se sont produites** plusieurs fois sur les 3 dernières années, nécessitant une **collaboration** et des échanges techniques inter-construc-teurs / équipementiers / fournisseurs de matière premières pour traverser les crises sans arrêt de production.

Actuellement, une profonde inquiétude demeure sur l'Adiponitrile (ADN), substance essentielle pour la fabrication du PA66. ADN dont la production est limitée à quelques acteurs mondiaux et sans prévision d'ouverture de nouveaux sites de production.

Dans ce contexte, le GTFM 11 a donc proposé **des leviers de maîtrise du risque** à mettre en œuvre, au cas par cas:

- Matière avec stock de sécurité
- Matière équivalente et disponible : capitaliser sur l’approvisionnement de matières équivalentes
- Matière substituable au cas par cas : lister et capitaliser les cas régulièrement
- Matière non substituable
 - En “Vie série” : trouver des solutions possibles, même si plus onéreuses
 - En “Développement” : double homologation
 - En “Innovation” : exiger une licence des chimistes proposant une innovation majeure

Recommandation de la PFA sur les Polymères :

- **Favoriser** les échanges techniques amont,
- Disposer d’un **plan de sécurisation** à jour, avec des alternatives matières actives
- Porter un point d’attention sur toutes **dépendances à des acteurs uniques**

4.7 Autres matériaux

Certains matériaux d’origine naturelle comme le mica, le caoutchouc, le cuir imposent une attention particulière. Ces matériaux ne seront pas détaillés dans ce position paper, mais certains aspects liés à **la gestion de la ressource naturelle** doivent alerter les membres de la filière sur des tensions possibles liées à des critères RSE, des fragilités géopolitiques ou des événements climatiques ou sociétaux.

5. LA PLACE DE L'ÉCONOMIE-CIRCULAIRE DANS LA SECURISATION DES MATERIAUX STRATEGIQUES

Tous les leviers de l'économie circulaire sont des réponses aux risques liés aux matières stratégiques, via la réduction, réindustrialisation, réutilisation et le recyclage (4R). Le positionnement central de l'économie circulaire en général et du recyclage en particulier, a été réaffirmé ces derniers mois par les engagements européens (package économie circulaire de la communauté Européenne) et français (feuille de route sur l'économie circulaire).

Ce sont des **opportunités** pour **réduire la dépendance vis-à-vis de certains marchés** de matières premières en volume, tout en **minimisant les risques liés au devoir de vigilance**.

Cet approvisionnement en matières premières secondaires doit se faire dans des conditions techniques et économiques favorables, tout en prenant en compte les considérations stratégiques de disponibilités.

Un certain nombre de verrous doivent être travaillés afin d'accéder à des approvisionnements de matières stratégiques recyclées :

- L'accès aux gisements et aux flux de déchets contenant des matières stratégiques
- La capacité technologique permettant d'extraire et de purifier la matière stratégique contenue dans le produit
- Le bilan économique du recyclage sur le long terme

La filière automobile s'est engagée dans des travaux en partenariat avec les pouvoirs publics et différentes filières industrielles :

- COMES « Recommandations du Comité des Métaux Stratégiques pour le développement de compétences industrielles françaises dans le recyclage des métaux critiques »
- Groupe de travail le « recyclage du VHU de demain » issu du contrat de filière du CSF Mines et Métallurgie, signé le 18 janvier 2019. Les travaux portent essentiellement sur l'évolution du recyclage de l'aluminium, de l'acier, du cuivre,
- Projet structurant « Développement d'une filière intégrée de recyclage des batteries lithium » du CSF Mines et Métallurgie

Recommandations de la PFA sur l'économie circulaire :

- Dans le cadre actuel où peu de matières dites stratégiques sont recyclées faute d'équilibre financier avéré, il est nécessaire de promouvoir :
 - **des actions de R&D** : visant à étudier les solutions de collecte, de tri et de recyclage futures,
 - **la mise en œuvre de mécanismes financiers incitatifs** afin de pouvoir pérenniser les filières de recyclage et démarrer les investissements nécessaires.
- Il est important d'associer également à ces études technico-économiques, des **modèles de prévision offre / demande**, intégrant les enjeux de diminution/épuiement des réserves associées. L'objectif est d'identifier les périodes où les investissements seront nécessaires.

6. CONCLUSIONS ET SUITE A DONNER

Les matériaux stratégiques de la filière automobile sont :

- Les platinoïdes (Pt, Pd, Rh) principalement utilisés en catalyse et dépollution d'échappement,
- Les terres rares (REE) et en particulier les terres rares lourdes comme le Dysprosium (Dy), Terbium (Tb)
- Les matériaux pour batteries : Li, Co, Ni, ...
- Les métaux issus de zones de conflit : Sn, Ta, Au, W, Co
- Les métaux du numérique, de la connectique et de l'électronique embarquée (commun aux autres industries)
- Nous constatons également que 3 métaux du secteur de l'électronique sont considérés comme « minéraux de conflits » : l'Or, le Tantale et l'Étain et que le Cobalt fait l'objet d'intérêt ou de pression d'organismes non gouvernementaux et de la presse internationale.
- Certains plastiques, aciers (criticité de la chaîne d'approvisionnement) et certaines filières aluminium à moyen terme
- A noter que les constructeurs sont rarement des acteurs directs sur les matières stratégiques / critiques mais qu'ils s'associent à des acteurs majeurs qui leur garantissent les approvisionnements.

Le groupe de travail met en avant de :

- **Poursuivre la représentation de la PFA au sein du COMES** (Comité des Métaux Stratégiques) pour avoir accès à des données d'entrée, disposer d'un réseau d'alerte et d'informations et porter la voix de la filière automobile sur les évolutions technologiques et les besoins en matériaux stratégiques.
- **Demander au COMES / BRGM** au travers des mises à jour des dossiers, de disposer d'un focus prioritaire sur le Lithium et Cobalt, puis le Nickel.
- **Mettre en place** une veille / information / sensibilisation de tous les acteurs de la PFA
- **S'assurer de la cohérence** des réglementations nationales et entre les différentes régions du monde : Europe (REACH, VHU, Minerais originaires de zones de conflit ...) vs internationales (Minerais Conflict Minerals des Etats-Unis...).
- **Venir en support** à la prise en compte de la réglementation « Conflict minerals » et des criticités pour des raisons RSE (Mica, Co, Li...), via le GT Relation Client-Fournisseur animé par la PFA.

COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL

Molly BOISSIER - SIA

Hugues BOUCHER - FIEV

François BROSZNIOWSKI - VALEO

Gildas BUREAU - STELLANTIS

Mehdi FERHAN - PFA

Barbara FORRIERE - GROUPE RENAULT-NISSAN

Catherine GIRARD - GROUPE RENAULT-NISSAN

Anna ROSSI - FAURECIA

Sophie RICHEL - STELLANTIS