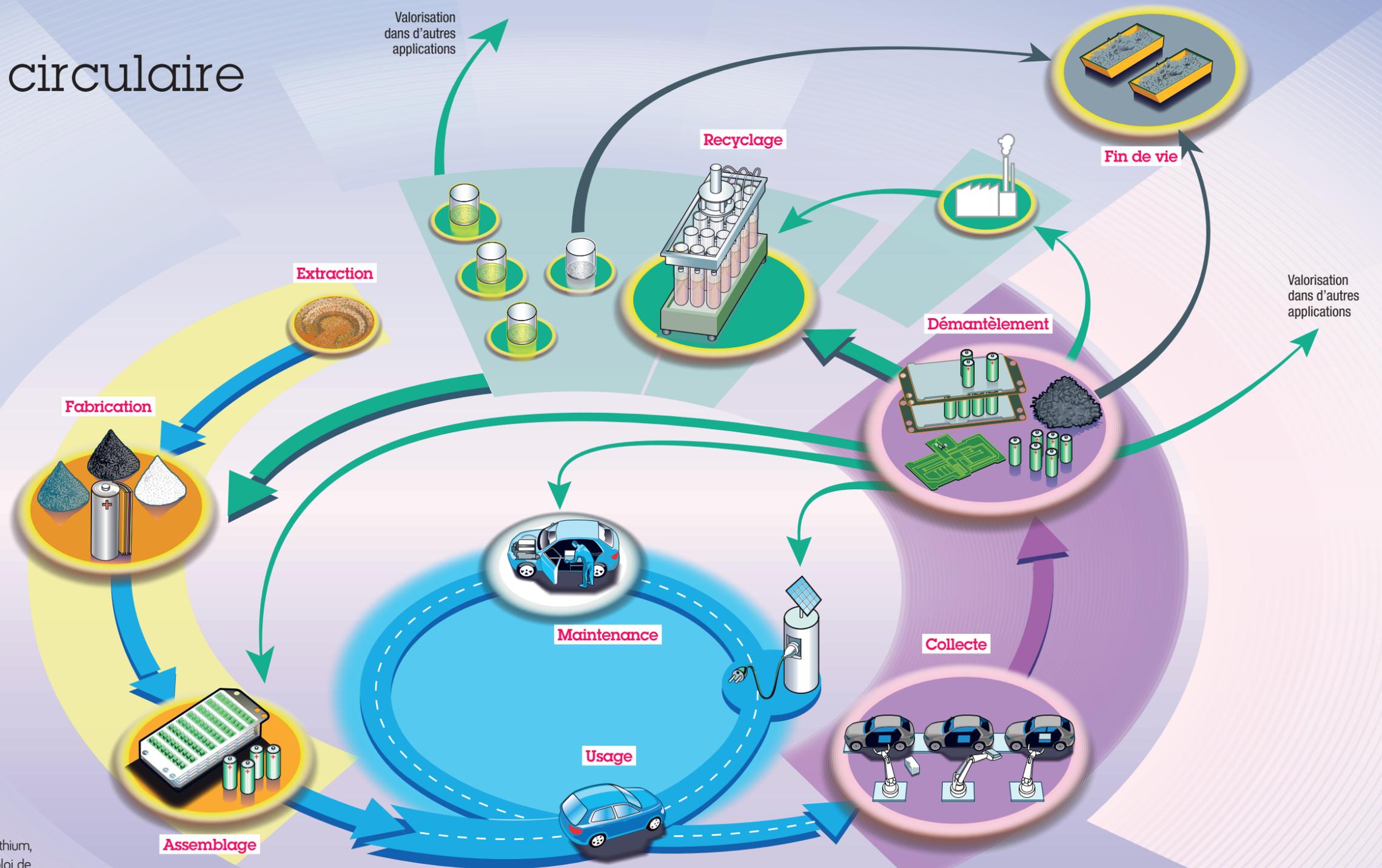


# L'économie circulaire

## PRINCIPE

Mode opérationnel et organisationnel reposant, dès la conception des produits et systèmes, sur des processus résolument « durables ». Exemple avec le cycle vertueux d'une batterie lithium-ion de véhicule électrique.



## Écoconception

**Approvisionnement durable** : extraction des matières (lithium, fer, cobalt) respectueuse de l'environnement et emploi de matières recyclées.

**Utilisation propre et économe des ressources** : fabrication optimisée des accumulateurs avec davantage d'éléments actifs (amélioration du stockage d'ions lithium) utilisant moins de matières critiques, avec des solvants de base aqueuse, car moins polluants, et avec des techniques « additives » (ajout de matières plutôt que suppression et donc déchets).

**Anticipation du démantèlement** : assemblage des accumulateurs en batterie selon des procédés facilitant leur désassemblage (pour un recyclage efficace ou une deuxième vie).

**Réduction de l'empreinte carbonique** : livraison des batteries dans des circuits courts, via des modes de transport « doux » : fluvial, fret ferroviaire, électrique.

## Éco-utilisation

**Optimisation de la durée de vie** : sollicitation non-agressive de la batterie dans le véhicule, grâce à des logiciels de pilotage intelligent tenant compte de plusieurs paramètres (état de charge de la batterie, vitesse du véhicule, dénivelé du trajet).

**Maintenance préventive et curative** : surveillance en temps réel de la batterie grâce au système de gestion intelligente : par exemple, les accumulateurs défaillants peuvent être déconnectés du système (qui continue de fonctionner) avant d'être réparés.

## Écorécupération

**Collecte** : récupération des batteries en fin de « première vie », mise en sécurité et diagnostic de l'état de tous leurs modules.

**Démantèlement optimisé** : désassemblage mécanique des batteries avec des procédés limitant les pertes de matière.

**Valorisation des modules viables** : réintroduction des éléments aux performances moindres dans d'autres applications : complément au stockage stationnaire d'énergie solaire, alimentation de dispositifs portables.

**Traitement des autres éléments** : séparation mécanique selon trois alternatives : valorisation énergétique (incinération), mise en décharge ou recyclage.

## Écorecyclage

**Tri physique optimisé** : séparation selon des familles de matériaux (métaux, plastiques, inorganiques) avec des techniques innovantes en termes de performances et de coûts : tri magnétique, par densité.

**Séparation chimique poussée** : extraction des matières d'intérêt par des procédés d'hydrométallurgie ou de pyrométallurgie conçus notamment pour réduire la génération de sous-produits polluants.

**Mise en décharge des déchets ultimes** : stockage dans des sites dédiés.

TOUT  
S'EXPLIQUE



© P. Stoppa / CEA

## De la recherche...

L'enjeu de l'économie circulaire impose notamment des efforts de R&D pour s'affranchir de la problématique d'approvisionnement en « matières critiques », dont dépendent bon nombre d'innovations. Il s'agit de trouver des voies innovantes pour substituer (totalement ou en partie) ces matériaux (terres rares, platine, lithium, etc.) ou les recycler à partir des produits hors d'usage ou des déchets industriels. Ce à quoi s'emploient les équipes du CEA-DEN, de CEA Tech ainsi que celles de la recherche fondamentale du CEA...

Historiquement, le CEA-Den a développé la plupart des procédés du cycle fermé du combustible nucléaire utilisés

dans les usines Areva. Il cherche aujourd'hui à adapter ses techniques d'extraction et d'hydrométallurgie en vue du recyclage des terres rares.

Les équipes de CEA Tech intègrent cette dimension du recyclage dès la conception des dispositifs pour faciliter la récupération des éléments lors de la fin de leur « première vie ». Elles conduisent également des recherches, notamment à l'échelle européenne, pour substituer le platine des piles à combustible, débarrasser les cellules photovoltaïques de l'indium, ou pour réaliser des aimants permanents sans néodyme ni dysprosium...

## ... à l'industrie

### Exemple de partenariat industriel

Spécialisée dans le recyclage des batteries, la société SNAM continue sa collaboration amorcée en 2014 avec le CEA de Grenoble. Objectif : mettre au point de nouveaux procédés de séparation et de purification des métaux pour isoler les terres rares et proposer des solutions de recyclage et de seconde vie pour les batteries lithium-ion.

Le CEA est également impliqué dans trois projets collaboratifs européens sur le recyclage et l'utilisation de matières premières recyclées.

### Premières start-up...

**AJELIS** : la société née en 2014 d'un partenariat entre l'Université Paris-Sud et le CEA-Iramis, avec lequel elle poursuit sa collaboration, conçoit et produit des fibres pour la dépollution de l'eau et de l'air ainsi que pour le recyclage et la valorisation des métaux.

**EXTRACTIVE** : fondée en 2015 par trois ingénieurs du CEA-Den, la start-up développe des procédés d'extraction et de séparation de métaux non-ferreux et propose à ses clients industriels des solutions d'accompagnement et de maturation technologique et commerciale.

### Plateforme technologique

Initié en 2014 aux portes du CEA de Marcoule, l'Institut européen d'hydrométallurgie (IEH) permettra aux industriels de bénéficier des compétences du CEA-Den et de l'institut de chimie séparative de Marcoule en hydrométallurgie, chimie du recyclage et chimie verte. Ils pourront tester et valider leurs propres procédés sur des lignes pilotes.

www.groupeorangevif.fr

les défis 220  
du cea



TOUT  
S'EXPLIQUE

# L'économie circulaire

L'économie circulaire est une alternative au mode de production linéaire « extraire-fabriquer-consommer-jeter ». Elle repose sur des processus de gestion durables et intelligents des ressources, matérielles et humaines, dès la conception des produits et systèmes.

### Objectifs :

- économiser les matières premières et les énergies ;
- augmenter la durée de vie, performance et sécurité des dispositifs ;
- lutter contre leur obsolescence programmée ; en recycler ou ré-utiliser les composants et/ou éléments valorisables ;
- et limiter les impacts sur l'environnement de l'ensemble des étapes de ce nouveau mode de production.

### ENJEU SOCIÉTAL



En août dernier, l'humanité avait déjà consommé toutes les ressources naturelles que la planète peut produire en un an ! Et chaque année, quatre milliards de tonnes de déchets sont générées ; un chiffre qui devrait augmenter de 40 % d'ici à 2020. Or, ces déchets sont une mine de matières précieuses qui pourraient, en les recyclant, couvrir une large part des besoins de plusieurs économies. L'économie circulaire, qui doit permettre de passer du jetable au durable pour préserver les

ressources de la planète, a ainsi des enjeux autant environnementaux qu'économiques. Dans un contexte de raréfaction et de fluctuation du coût des matières premières, notamment celles utilisées massivement dans les objets numériques ou celles nécessaires au développement des technologies bas carbone, l'économie circulaire contribue à la sécurisation des approvisionnements de la France et à sa réindustrialisation. Elle participe, de fait, aux enjeux de la transition énergétique.