

L'économie circulaire au service de la transition énergétique ?

Rapport - Septembre 2023

Introduction	p.3
Les défis circulaires appliqués à la transition énergétique	p.5
Les leviers circulaires pour faciliter et accélérer la transition énergétique	p.8
• Approvisionnement durable • Eco-conception • Ecologie Industrielle et Territoriale (EIT) • Nouveaux modèles économiques et services circulaires • Allongement de la durée de vie et gestion de la nouvelle vie	
Conclusion	p.17
Annexes	p.18
A propos	p.19

Introduction

La transition énergétique est un enjeu majeur pour la France, tant d'un point de vue environnemental que socio-économique. Face aux défis posés par le changement climatique et l'épuisement des ressources naturelles, il est essentiel de repenser notre modèle de production et de consommation d'énergie.

En 2015, la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte, ainsi que les Accords de Paris conclus lors de la COP21, ont été déterminants pour la transition énergétique en France. Ils ont permis d'établir une feuille de route ambitieuse et ont constitué les bases d'une transformation profonde du système énergétique. La France s'est alors engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 40 % d'ici 2030, par rapport aux niveaux de 1990, et à atteindre la neutralité carbone d'ici 2050. En complément, le Pacte vert pour l'Europe (2019), la Loi Climat et Résilience (2021), la Taxonomie Verte européenne (2022) et le Projet de loi sur les énergies renouvelables et le nucléaire (2023) contribuent à un cadre réglementaire complet qui favorise une transition énergétique accélérée et durable.

Pour atteindre ces objectifs, la France doit effectuer une transition énergétique majeure, qui ne peut être envisagée uniquement sous l'angle de la production d'énergie propre. Elle doit également prendre en compte les enjeux en amont et en aval de la chaîne de valeur, comprenant la gestion des déchets, l'efficacité énergétique, la durabilité des ressources et la réduction de l'empreinte carbone.

L'économie circulaire, de par son approche favorisant la réutilisation, la réparation, le recyclage et la régénération des ressources tout au long de leur cycle de vie, présente des opportunités considérables pour réduire notre dépendance aux ressources vierges, réduire les déchets, les émissions et favoriser une utilisation plus efficace et durable de l'énergie.

C'est dans la continuité de son engagement à soutenir la transition des acteurs privés et publics vers une économie circulaire que Circul'R a souhaité analyser le lien étroit entre la transition énergétique de la France et l'économie circulaire.

Dans une première partie, nous analyserons les défis spécifiques auxquels fait face la transition énergétique, tant en amont qu'en aval de la chaîne énergétique, et nous verrons comment l'économie circulaire peut apporter des réponses concrètes à ces défis. Dans une deuxième partie, nous mettrons en lumière les leviers circulaires qui peuvent faciliter et accélérer la transition énergétique, en examinant les différents piliers de l'économie circulaire et leur capacité à soutenir cette transition.

En combinant les forces de la transition énergétique et de l'économie circulaire, la France peut aspirer à un avenir énergétique plus durable, résilient et prospère. Il est temps d'explorer en détail ces synergies et de saisir les opportunités qu'elles offrent.

Les défis circulaires appliqués à la transition énergétique

Depuis la révolution industrielle, notre croissance économique repose sur un modèle linéaire. Cette croissance a été corrélée à une forte augmentation de la consommation d'énergie, rendue possible par l'extraction de ressources fossiles non renouvelables dont l'exploitation est très carbonée.

L'industrie énergétique, à l'instar d'autres secteurs économiques, a traditionnellement adopté un modèle linéaire dans sa structure et son fonctionnement.

En amont, la consommation exponentielle d'énergie primaire non renouvelable, qui représente actuellement 80% de la consommation mondiale, conduit inévitablement à l'épuisement des réserves exploitables. Cette situation est amplifiée par le besoin accru de matériaux stratégiques liés à la transition énergétique, tels que le lithium, le cobalt, le graphite, l'indium et le molybdène, nécessaires pour le développement des technologies de stockage, des panneaux solaires, de l'énergie nucléaire et des éoliennes. Selon une étude de l'Agence internationale de l'énergie, la demande en minéraux devrait être six fois supérieure en 2040 par rapport à 2020 dans un scénario de neutralité carbone, ce qui soulève des défis majeurs en termes d'approvisionnement et d'investissement pour ces matériaux stratégiques.

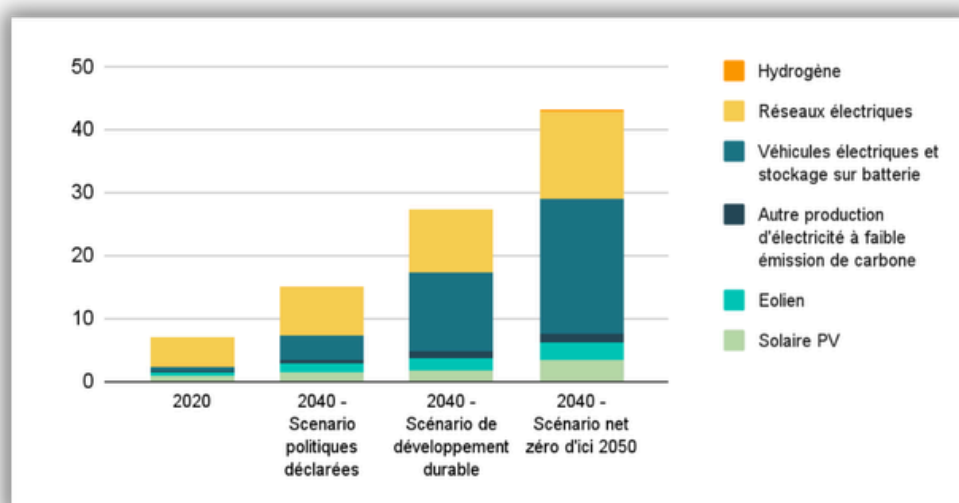


Illustration : demande totale des minéraux en Mt pour les technologies énergétiques propres par scénario, 2020-2040

© AIE, mai 2021

En aval, la génération de déchets et leur accumulation dans les écosystèmes naturels représentent des externalités négatives considérables, longtemps ignorées. On estime à 70% la part des émissions de GES dues à l'utilisation d'énergie en France. De plus, la transition énergétique engendre une augmentation significative des déchets liés au démantèlement des anciennes infrastructures, telles que les centrales thermiques au charbon, ainsi que l'émergence de nouveaux défis liés aux technologies de transition et à leur fin de vie, tels que la complexité du recyclage des pales d'éoliennes et l'extraction et la récupération des terres rares dans les infrastructures. Ces enjeux nécessitent une gestion proactive et efficace des déchets, ainsi que des solutions innovantes pour résoudre ces problématiques environnementales.

Il est donc crucial que notre rapport à l'énergie bascule d'une logique linéaire à circulaire, par l'emploi de ressources énergétiques renouvelables d'une part, et la prise en compte du cycle de vie complet des matières pour vivre dans un monde sans déchet d'autre part.

En augmentant les efforts de sobriété, d'optimisation technique, de réutilisation et de recyclage, la mise en place d'une stratégie nationale bas-carbone fortement orientée vers l'économie circulaire pourrait réduire significativement les quantités de matériaux importés en France.

**Une circularité forte permettrait de renforcer
l'indépendance française sur les métaux et matériaux
de 48 % en tonnage et de 76 % en criticité.**

*Rapport "Stratégie nationale bas carbone sous contrainte de ressources"
Institut National de l'Economie Circulaire et Capgemini*

En intégrant les principes de l'économie circulaire, la transition énergétique peut bénéficier d'une utilisation plus efficace des ressources, d'une réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'une plus grande résilience face aux défis environnementaux et économiques. En favorisant la conception de produits durables, l'éco-conception et la prolongation de la durée de vie des équipements, l'économie circulaire permet de réduire la demande en matériaux vierges et en énergie.

De plus, la gestion efficace des déchets et des sous-produits de l'industrie énergétique peut permettre la récupération de matériaux et d'énergie, contribuant ainsi à une utilisation plus efficace des ressources. L'économie circulaire favorise également le développement de nouveaux modèles d'affaires axés sur la performance énergétique, l'échange de services et la mutualisation des ressources, encourageant ainsi une transition vers un système énergétique plus résilient, durable et circulaire.

Après avoir examiné les défis circulaires liés à la transition énergétique en amont et en aval, ainsi que les opportunités offertes par l'économie circulaire, il est temps d'explorer les leviers circulaires qui peuvent faciliter et accélérer cette transition.

Les leviers circulaires pour faciliter et accélérer la transition énergétique

En adoptant une approche systémique et intégrée, il est possible de transformer le système énergétique actuel en un modèle plus durable, résilient et circulaire.

Comment les principes de l'économie circulaire peuvent-ils soutenir la transition énergétique et contribuer à la réalisation des objectifs ambitieux fixés par la France en matière d'émissions de gaz à effet de serre ? Voici un panorama de l'impact possible des différents leviers de l'économie circulaire sur ces enjeux.

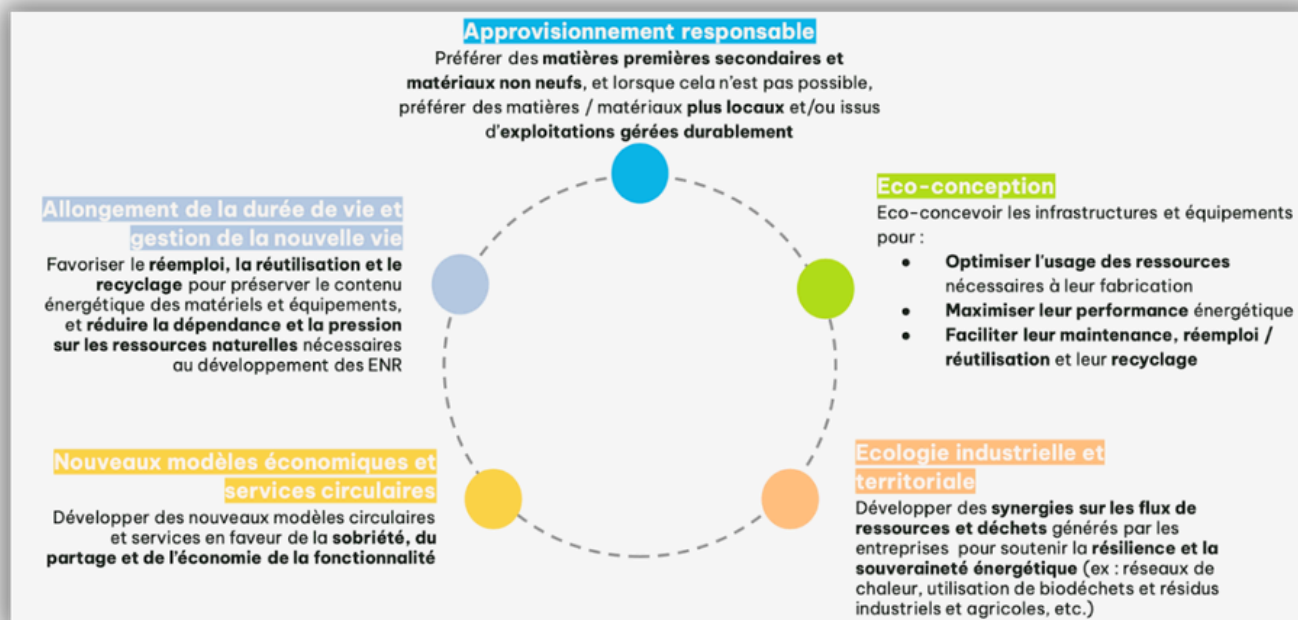


Illustration : Actions et leviers de l'économie circulaire en lien avec la transition énergétique

© Circul'R

Approvisionnement durable

Les démarches de l'approvisionnement durable peuvent contribuer à la transition énergétique en favorisant l'utilisation de sources d'énergie renouvelable et en limitant l'impact environnemental de la production et de la distribution des produits.

En privilégiant les fournisseurs qui respectent les normes environnementales et sociales les plus exigeantes, les entreprises peuvent encourager une production plus responsable et plus respectueuse de l'environnement. Par exemple, en favorisant l'achat de matières premières issues de sources durables, en limitant les déchets et en favorisant la réutilisation et le recyclage des matériaux dans leur chaîne d'approvisionnement, les entreprises peuvent contribuer à réduire l'impact environnemental de leur activité. De plus, en favorisant l'utilisation d'énergies renouvelables, les entreprises peuvent contribuer à la transition énergétique en réduisant leur consommation d'énergie fossile et en limitant leurs émissions de gaz à effet de serre. Les entreprises peuvent ainsi opter pour l'achat d'électricité renouvelable, ou encore encourager leurs fournisseurs à utiliser des sources d'énergie renouvelable dans leur processus de production.

Le réseau TAM, gestionnaire des transports en commun de la Métropole de Montpellier, a acquis une flotte de 15 bus qui roulent au bioéthanol issu de marc de raisin.



Illustration : bus du réseau TAM roulant au marc de raisin
© France 3 Occitanie

Le carburant utilisé est connu sous le nom d'ED95, composé à 95% d'éthanol et 5% d'additif non pétrolier. Cette énergie a retenu l'attention de la Métropole car elle peut être fabriquée localement par une distillerie située à Vauvert (Gard), en recyclant des déchets organiques issus du raisin cultivé par la viticulture languedocienne. Avec ces 15 bus roulant au bioéthanol, la Métropole de Montpellier diversifie son parc de bus dans le but de supprimer progressivement les véhicules diesel limitant ainsi la pression sur les carburants fossiles et les émissions de gaz à effet de serre qui y sont liées. Le carburant permet d'éviter jusqu'à 88% d'émissions en équivalent CO2 par rapport au diesel selon une ACV de l'ADEME et ne rejettent aucune particule fine, tant décriées pour les véhicules diesel en ce qu'elles participent fortement à la pollution atmosphérique. Cet exemple de carburant issu de co-produits agricoles et produit localement démontre bien le potentiel de l'approvisionnement responsable en termes d'économie d'énergie, de préservation de ressources naturelles et de réduction des émissions de CO2.

Eco-conception

L'éco-conception peut avoir un impact significatif sur la transition énergétique en permettant de réduire la consommation d'énergie des produits et services. En effet, de nombreux produits consomment une grande quantité d'énergie tout au long de leur cycle de vie, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à leur élimination en fin de vie. L'éco-conception permet de prendre en compte les impacts environnementaux sur le long terme et sur toutes les étapes du cycle de vie : matières premières, fabrication, distribution, usage et fin de vie. Cette approche du cycle de vie est traduite en critères d'impacts environnementaux au sein desquels on retrouve le changement climatique, l'eutrophisation ou encore la consommation d'énergie non renouvelable.

En adoptant une approche d'éco-conception, il est ainsi possible de réduire la consommation d'énergie en optimisant la conception du produit, par exemple, en favorisant l'utilisation de matériaux plus légers, en réduisant la quantité de matières nécessaires à la fabrication ou en travaillant sur l'origine de la matière (biosourcée, recyclée, locale, etc.). L'éco-conception peut également permettre de développer des produits plus durables, plus facilement réparables ou réemployables, ce qui permet d'allonger leur durée de vie et donc de réduire la demande en énergie en évitant la fabrication d'un nouveau produit. Enfin, l'éco-conception permet d'agir sur la dernière étape du cycle de vie.

Nombre de produits finissent à l'incinération ou à l'enfouissement aujourd'hui, soit parce que les filières industrielles de recyclage n'existent pas, soit parce que la conception complexe du produit entrave sa recyclabilité. Ainsi, le plastique n'est recyclé qu'à 15% à l'échelle mondiale. L'éco-conception permet d'anticiper la fin de vie du produit et ainsi d'améliorer sa recyclabilité en passant d'un produit multi-matériau à mono-matériau par exemple. Certes, le recyclage est gourmand en énergie mais il permet d'éviter l'utilisation de matières vierges (et donc d'énergie pour son extraction, sa transformation, son transport, etc.). Selon un rapport de l'ADEME, le recyclage des déchets suivi de la réincorporation des matières premières du recyclage dans la production a permis d'économiser 32 TWh d'énergie fossile en 2019, soit la consommation annuelle de près de 700 000 habitants.

Le projet ZEBRA (Zero waste Blade ReseArch – Recherche sur les pales zéro déchet), piloté par l'institut de recherche technologique de Nantes, rassemble des acteurs variés tels que Suez, Arkema, ENGIE et LM Wind Power. L'objectif du projet est de participer à la construction d'une filière exhaustive de fin de vie des éoliennes, par le prototypage et la démonstration de la faisabilité technico-économique et environnementale de pales d'éoliennes.



Illustration : Zebra, prototype d'une pale éco-conçue
© LM Wind Power

Aujourd'hui, les éoliennes sont recyclables à 90%, excluant les pales (usage de résine thermodurcissable et fibres de verre non compatibles avec le recyclage) qui sont souvent enfouies, perdant à l'occasion les matériaux, comme les terres rares, qu'elles contiennent. Face à la nécessité d'anticiper leur fin de vie, le projet vise à développer une innovation de matériaux par éco-conception qui permettrait de les rendre 100% recyclables grâce à une nouvelle résine thermoplastique séparable de la fibre de verre par procédé chimique et thermique.

L'Ecologie Industrielle et Territoriale (EIT)

En établissant des coopérations entre différents acteurs d'un territoire donné qui visent à optimiser l'utilisation des ressources via des échanges de matière et d'énergie, les démarches d'écologie industrielle et territoriale peuvent servir la transition énergétique.

Aux côtés des énergies renouvelables, les énergies de récupération peuvent être un moyen de réduire notre dépendance aux énergies fossiles. Ainsi, la récupération de la chaleur fatale permise par des démarches d'écologie industrielle et territoriale peut permettre d'alimenter un réseau de chaleur et d'ainsi chauffer des milliers de logements.

C'est ce que Dalkia propose à la ville de Charleville-Mézière en récupérant la chaleur produite par une usine PSA. Depuis 2017, la chaleur dégagée par le site de PSA est récupérée par Dalkia grâce à des échangeurs thermiques. Une chaufferie biomasse (à bois ou dérivé du bois) de 800 kW complète l'alimentation du réseau de chaleur. Au total, ce sont plus de 3 000 logements qui sont chauffés grâce au système et près de 7 000 tonnes d'émissions équivalent CO2 qui sont évitées chaque année.



Illustration : infrastructure de récupération de la chaleur fatale installée par Dalkia
© L'Usine Nouvelle

Les nouveaux modèles économiques et services circulaires

En repensant les chaînes de valeur, en transformant des activités linéaires ou en ajoutant des services circulaires, la transition vers l'économie circulaire s'accompagne d'une mutation des organisations sur le plan structurel et organisationnel de leurs systèmes de création de valeur. Ces mutations font ainsi appel à de nouveaux Business Models qualifiés de circulaires permettant la création de valeur à la fois économique, sociale et environnementale. Il existe différents types de business models circulaires tels que les modèles centrés sur la vente d'un produit accompagné d'un service circulaire (engagement sur la réparation, le réemploi, le remanufacturing, etc.) ou encore les modèles fondés sur l'économie de la fonctionnalité et de la coopération.

Pilier de la transition énergétique, l'efficacité énergétique permet d'optimiser la consommation d'énergie. L'économie de la fonctionnalité et de la coopération (EFC) peut adresser ce défi en ce que la consommation des ressources est découplée de la création de valeur en misant sur l'usage d'un service, plutôt que sur la possession d'un bien. Aussi appelée modèle d'usage, l'économie de la fonctionnalité permet de remplacer la possession d'un bien, (un vélo) par l'usage d'un service (la mobilité).

On y adjoint parfois l'économie collaborative ou de coopération qui repose sur le partage, la mutualisation et l'échange de biens. Ces modèles allongent la durée d'usage, optimisent l'énergie utilisée dans la production du bien ou du service et permettent de maîtriser le cycle de vie réduisant ainsi la pression sur les ressources nécessaires à la transition énergétique (électricité issue d'énergie renouvelable, matériaux stratégiques, ...).

Villerouge-Termenès, commune rurale de l'Aude, a investi dans une voiture électrique destinée à l'autopartage auprès de ses habitants, qui peuvent la louer selon des modalités simples.



Illustration : voiture électrique en autopartage mise à disposition
par la ville de Villerouge-Termenès
© La Dépêche

La ville a également installé une ombrière photovoltaïque qui permet d'injecter en autoconsommation la borne de recharge de la voiture. Une initiative qui désenclave le territoire grâce à une solution plus écologique et alternative que la voiture individuelle thermique. En effet, selon une étude de l'ICCT (International Council on Clean Transportation), les voitures électriques en autopartage permettent de réduire jusqu'à 43% les émissions de gaz à effet de serre et de retirer 5 à 24 voitures particulières de la circulation pour chaque voiture en autopartage déployée. Ce pari réussi de la petite commune de l'Aude illustre bien ce que peut apporter l'économie de la fonctionnalité et de la coopération : la location et la mutualisation plutôt que l'achat ayant pour résultat l'optimisation de l'usage de la voiture électrique.

Allongement de la durée de vie et gestion de la nouvelle vie

En prolongeant la durée de vie des produits, la nécessité de les remplacer fréquemment se trouve limitée. Les nouveaux produits ont souvent une empreinte énergétique élevée liée à leur fabrication qui implique l'extraction de ressources naturelles, la transformation, le transport et l'emballage. En utilisant des produits plus longtemps grâce au réemploi, la réutilisation et la réparation, la demande de nouveaux produits décroît et, par conséquent, la quantité d'énergie nécessaire à leur production aussi.

La promotion du réemploi, de la réutilisation et de la réparation favorise également la sensibilisation et le changement de comportements des consommateurs. En effet, en encourageant l'allongement de la durée de vie des produits, une prise de conscience plus large sur la durabilité et l'impact énergétique de la consommation est induite par la promotion de ces pratiques.

Qu'en est-il de la fin de vie des produits et équipements ? Lorsque le réemploi, la réutilisation ou la réparation ne sont plus possibles, il est nécessaire de gérer autrement la fin de vie et d'éviter les modes de traitement moins vertueux tels que l'incinération. Au-delà de la question de l'impact environnemental des modes de traitement, il y a une question de préservation du contenu énergétique et de matériaux stratégiques. Le recyclage est ainsi la dernière solution à mettre en œuvre.

Nous commençons à assister à une pression sur les ressources naturelles nécessaires à la conception des équipements pour la production d'énergie renouvelable. Le réemploi, la réutilisation et le recyclage sont des moyens de limiter cette hausse de la demande en matériaux stratégiques.

Depuis 2012, la filière REP EEE prévoit la prise en charge des panneaux photovoltaïques. Il existe même un éco-organisme dédié pour sa prise en charge. En effet, Soren a mis en place un important réseau de collecte et de points d'apport volontaire pour gérer la fin de vie. En 2019, ce sont plus de 5 000 tonnes de panneaux photovoltaïques usagés qui ont été collectés en France, soit près de 280 000 panneaux solaires en fin de vie recyclés à 95 %.

Unique en son genre en Europe, l'usine Envie en partenariat avec Soren permet de recycler les panneaux. Ce qui fait sa spécificité c'est une technologie fine de recyclage importée du Japon et la volonté de réemployer ces équipements. Selon l'entreprise, le potentiel de réemploi représente 5% du gisement.



Illustration : centre de traitement des panneaux photovoltaïques d'Envie
© Actu-Environnement

Conclusion

Dans un modèle économique linéaire lui-même construit sur un paradigme énergétique linéaire, les limites en amont et en aval se font de plus en plus sentir. Bien que la transition énergétique soit aujourd'hui un consensus pour tous les acteurs économiques, les défis restent nombreux.

Le risque de la transition énergétique serait de passer d'une dépendance aux énergies fossiles à une dépendance aux matériaux stratégiques nécessaires à cette transition. Les stocks de matériaux stratégiques étant limités, il est primordial de prendre en compte le cycle de vie complet des biens – y compris des infrastructures des énergies renouvelables – de développer l'efficacité énergétique et de faire preuve de sobriété énergétique afin de se conformer à un scénario de transition bas carbone.

Dès lors, il s'agit à la fois de circulariser notre économie, mais également notre énergie en faisant appel aux différents leviers de l'économie circulaire : approvisionnement durable, éco-conception, écologie industrielle et territoriale, nouveaux modèles d'affaires circulaires, allongement de la durée de vie, gestion de la nouvelle vie, etc. Force est de constater que la transition énergétique se fera avec les leviers de l'économie circulaire ou ne se fera pas !

Annexes

Sources

- Les chiffres clés de l'énergie dans le monde - [BP Statistical Review of World Energy](#) - 2022
- The Role of Critical World Energy Outlook Special Report Minerals in Clean Energy Transitions - [Agence Internationale de l'Energie](#) - 2022
- Chiffres clés du climat : France, Europe et Monde - [ministère de la Transition Ecologique](#) - 2021
- Stratégie nationale bas carbone sous contrainte de ressources - [Rapport INEC et Capgemini](#) - 2022
- L'ED95 : une alternative locale et durable pour décarboner le transport - [Tereos](#) - 2020
- Les déchets plastiques - [ministère de la Transition Ecologique](#) - 2021
- Bilan national du Recyclage (BNR) 2010 - 2019 - [ADEME](#) - 2019
- Success factors for electric carsharing - [The International Council of Clean Transportation](#) - 2021

A propos

Circul'R est née d'une conviction : pour permettre à notre économie de respecter les limites planétaires, nous devons radicalement revoir nos modes d'approvisionnement, de production, de distribution et de consommation afin de les inscrire dans une dynamique circulaire. Pour ce faire, la collaboration entre tous les maillons de la chaîne de valeur est indispensable.

Circul'R crée les conditions de cette collaboration en permettant aux acteurs économiques (grandes entreprises, collectivités, institutions...) de co-construire des solutions de long terme avec leur écosystème (fournisseurs, distributeurs, concurrents, porteurs de solutions...) grâce à la constitution de coalitions d'action ou de réflexion.

Les clients que nous accompagnons bénéficient du soutien de trois expertises clés :

- 1/ La formation : pour sensibiliser et faire monter en compétence les dirigeants et les collaborateurs sur l'économie circulaire
- 2/ Le conseil : pour accompagner la mise en place de projets en économie circulaire depuis la feuille de route jusqu'à l'opérationnel
- 3/ L'animation de communautés : pour piloter des coalitions d'acteurs engagés à créer les nouveaux standards de la circularité

Si quelqu'un rêve seul, ce n'est qu'un rêve. Si plusieurs personnes rêvent ensemble, c'est le début d'une réalité ! – F.Hundertwasser.

Contacts



Raphaël Masvigner

Co-fondateur

raphaël.masvigner@circul-r.com



Sara Bonnet

Directrice de la communication

sara.bonnet@circul-r.com



www.circular-r.com