

# LES EVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES EN LIEN AVEC L'IMPERATIF ECOLOGIQUE

FICHE FACTEUR CRITIQUE

PERIMETRE : FRANCE

HORIZON : 2030

## 1. PREAMBULE

Au cours de l'année 2019, la Direction Digitale et Innovation de SNCF réseau a initié une démarche de prospective, qui vise à identifier des actions concrètes à mettre en œuvre pour adapter SNCF Réseau aux défis sociaux, économiques et environnementaux du 21<sup>e</sup> siècle.

Cette démarche a été placée sous le parrainage de Jean Ghédira, Directeur général adjoint à la direction générale Clients et Services, et Marc Doisneau, Directeur général adjoint à la direction générale Exploitation Système. Elle a été conçue à travers une étude documentaire, un sondage prospectif, des entretiens avec des experts - internes et externes -, ainsi que des ateliers de travail. La démarche, qui a abouti à des pistes d'actions soumises en début d'année 2020, est structurée par thématique.

Deux thématiques ont été abordées en 2019. La première thématique de travail concerne « L'impératif écologique et l'entrée dans l'anthropocène » ou « l'âge de l'Homme », terme proposé par le climatologue, météorologue et chimiste de l'atmosphère Paul Josef Crutzen et par Eugène Stoermer, biologiste, pour rendre compte d'une nouvelle ère géologique dans laquelle l'activité humaine a un impact dominant sur l'environnement.

La deuxième thématique traite, elle, des « nouveaux modèles de gouvernance tournés vers l'intérêt général ». Les éléments présentés dans ce livrable portent sur la première thématique, « L'impératif écologique et l'entrée dans l'anthropocène ».

Vous avez entre les mains une « fiche facteur critique », c'est-à-dire une étude documentaire d'une variable jugée incertaine dans l'avenir par rapport à la thématique prospective étudiée, ici « L'impératif écologique et l'entrée dans l'anthropocène ». Chaque fiche facteur critique revient sur l'histoire de la variable, qualifie son état actuel et projette son avenir et ses impacts à l'horizon 2030.

Au total, neuf fiches facteurs critiques ont été produites sur le thème de « L'impératif écologique et l'entrée dans l'anthropocène » :

- + Les impacts du changement climatique
- + La guerre pour les ressources
- + La rationalisation des déplacements des individus
- + L'orientation des politiques publiques en faveur d'un développement économique durable
- + Les évolutions technologiques en lien avec l'impératif écologique
- + Des cycles de production transparents, responsables et en résonance avec les cycles naturels
- + Les attentes vis-à-vis de l'action environnementale des entreprises
- + La création de ressources communes en faveur du développement durable
- + La sixième extinction biologique

La conception de ces fiches a constitué la première étape de la démarche de prospective. Elle fut suivie d'entretiens avec des experts externes et internes à SNCF Réseau, de scénarios prospectifs, de deux ateliers de travail, ainsi que d'un sondage prospectif.

## 2. A RETENIR

Dans le combat contre le péril climatique, la technologie joue un rôle ambigu : développée et utilisée pour augmenter l'efficacité et diminuer l'impact environnemental de nos solutions, sa production et son utilisation sont énergivores et néfastes pour l'environnement. À ce titre, les exemples de la voiture électrique ou du panneau photovoltaïque sont iconiques : perçue comme propre par l'opinion publique, leur production nécessite d'immenses quantités de ressources, notamment des terres rares chinoises.

Deux visions cohabitent : la *Clean tech* (ou *Green tech*), qui veut développer de nouvelles technologies propres par essence, et la *Low tech* qui cherche à dé-complexifier les technologies existantes et à les rendre sobres. Le scénario le plus vraisemblable semble être celui d'une « externalisation » de la pollution depuis l'Occident vers l'Asie notamment : des produits dont l'usage est « propre », et la pollution invisible aux consommateurs occidentaux.

À l'horizon 2030, pour éviter ce scénario, il s'agira pour les entreprises - au préalable de tout développement ou achat technologique - de cartographier l'ensemble des externalités, positives et négatives, liées à leur chaîne de valeur, avant de les déclarer verts.

## 3. HISTORIQUE

L'ouvrage *The Clean Tech Revolution*, paru en 2007, définit les *Clean tech* (ou *Green tech*) comme suit : l'ensemble des techniques et services industriels utilisant des ressources naturelles afin d'améliorer

l'efficacité et la productivité, créant moins de déchets et garantissant un résultat identique ou supérieur que les technologies traditionnelles. Depuis, le secteur n'a cessé de croître, incorporé dans le mouvement plus général de « Tech for Good ». Selon un rapport commandé par le WWF et mené par le cabinet Roland Berger, le secteur pesait déjà 630 milliards d'euros en 2007, sous l'impulsion, notamment, de l'Allemagne, du Japon et des États-Unis. Ces *Green tech* vont jusqu'à encapsuler des techniques comme la géo-ingénierie ou l'homo-ingénierie, destinées à modifier génétiquement la planète ou l'Homme.

De leur côté, les défenseurs des Low tech plaident pour une frugalité et une sobriété technologique pour répondre aux enjeux environnementaux. Ils s'inspirent des grands penseurs de la technologie comme Jacques Ellul (*La technique ou l'enjeu du siècle*, 1954), Ernst Friedrich Schumacher (*Small is beautiful. Une société à la mesure de l'homme*, 1979) ou Nicholas Georgescu-Roegen (*Demain la décroissance. Entropie, écologie, économie*, 1979). En France aujourd'hui, le mouvement est porté par Philippe Bihouix, auteur de *L'âge des low tech* (2014).

## 4. SITUATION ACTUELLE EN FRANCE

Aujourd'hui, les applications technologiques concrètes existent dans tous les secteurs d'activité, notamment les plus polluants : transport (voiture électrique et à hydrogène), énergie (panneau photovoltaïque, éolien), industrie (biomatériaux), numérique (éco-conception, Green IT)... Entre les deux positions, la tendance est actée : il faut technologiser pour gagner en excellence opérationnelle et en performance énergétique. Trois critiques principales persistent toutefois.

Première critique : le combat contre l'anthropocène est minimisé et réduit à des enjeux de gains d'efficacité. Or cela implique d'augmenter la complexité de nos technologies. Mais la complexité a un coût environnemental important : la fabriquer, l'entretenir et gérer sa fin de vie nécessite plus de ressources. Les technologies complexes ne résolvent pas les problèmes, elles les déplacent. Les véhicules électriques en constituent un bon exemple : décarbonation et diminution des particules fines mais pillage de métaux rares.

Deuxième critique : les gains d'efficacité diminuent mécaniquement le coût du service ou du produit pour l'utilisateur. Résultat, le service demandé augmente : c'est ce qu'on appelle l'« effet rebond », ou « paradoxe de Jevons » (du nom de l'économiste britannique qui l'a théorisé dès 1865), qui est systématiquement vérifié. Un service plus accessible augmente son champ d'application : Uber a généralisé le trajet urbain en voiture et cannibalise des trajets qui auraient auparavant été effectués à pied, en transport en commun, ou n'auraient pas du tout été effectués. Impact négatif sur l'environnement.

Troisième critique : à tout vouloir numériser, à générer de la donnée à tout-va, on oublie le coût environnemental du secteur informatique. D'énormes quantités d'énergie sont en effet nécessaires pour fabriquer et alimenter nos appareils et faire tourner les data centers. Selon le rapport « Clicking Clean » publié en janvier 2017 par Greenpeace, le secteur informatique représente aujourd'hui environ 7 % de la consommation mondiale d'électricité.

À rebours, les partisans des Low tech prônent, eux, une dé-complexification des technologies et une réduction du nombre de fonctionnalités proposées.

## 5. PROJECTIONS

### PROJECTION CATASTROPHE : PROPRE EN FRANCE, SALE EN CHINE

Dans ce scénario catastrophe, la course à la croissance ne ralentit pas, les entreprises s'engagent massivement dans les *Green tech* et les « technofix » (*Deep Green Resistance*, 2019) - ces pansements technologiques sur une jambe de bois environnementale -, sans parvenir à réduire les externalités négatives de ces technologies prétendument propres. L'effet rebond est massif : la production de voitures électriques explose et un discours marketing de *Green washing* invisibilise la pollution, déplacée à l'autre bout du monde, vers les terres rares chinoises par exemple. Sous couvert d'un mode de vie plus durable - mais finalement inchangé -, le dérèglement climatique s'accélère.

### PROJECTION IDEALE : DES « GREEN-LOW-TECH » A TAILLE HUMAINE

Les grandes entreprises de technologies parviennent à limiter l'impact environnemental des *Green tech* et se lancent à grande échelle dans les *Low tech*. On supprime la technologie là où elle est superflue et on la verdit là où elle est absolument nécessaire. Une hybridation et une complémentarité intelligentes entre *Green* et *Low tech* sont atteintes, et les technologies nous permettent de construire une société vraiment durable.

### PROJECTION VRAISEMBLABLE : UN VERDISSEMENT PROGRESSIF

En 2030, nous serons probablement dans un entre-deux : la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique français aura augmentée pour atteindre les 20% (contre 9% en 2017) sans parvenir à détrôner le pétrole, encore peu cher ; le secteur de la Green Tech aura continué de croître, sans trouver de solutions viables à ses externalités environnementales négatives ; les produits *Low tech* auront gagné en notoriété auprès des consommateurs, notamment par le biais de petites entreprises proposant des solutions de niche, mais feront l'objet de stratégies de *Low washing* de la part des grands acteurs de la tech.

## 6. IMPACTS

### IMPACTS SUR LA CREATION DE VALEUR

Même si les consommateurs se contentent pour l'instant des technologies en l'état (c'est-à-dire que l'impact environnemental de sa production n'est pas un facteur primordial dans l'acte d'achat, voir FFC7 - les attentes vis-à-vis des entreprises), il se pourrait bien que cela change. Cela nécessitera de modifier sa chaîne de production, et d'en rendre compte publiquement. Utiliser des matériaux biodégradables, adopter le système de comptabilité en triple capital, mieux piloter sa consommation énergétique, contrôler l'impact du stockage de ses données... L'adoption de technologies vertes chamboule toutes les activités des entreprises, de par le caractère ubiquitaire et indispensable de la technologie.

### IMPACTS SUR LES TRANSFORMATIONS ORGANISATIONNELLES

L'adoption massive de technologies vertes exige la mise sur pied de départements de Recherche & Développement puissants disposant d'une vision holistique du cycle de production et étant clairement

redirigés vers des objectifs environnementaux au premier chef, plus que liés simplement à de la performance pure. Elle nécessite une montée en compétence sur les sujets environnementaux dans leur globalité et sur la soutenabilité de notre système productiviste et extractiviste. Elle demande enfin de se tourner vers des fournisseurs locaux de matières premières et de ressources, afin de se prémunir du scénario catastrophe « propre chez moi, très sale ailleurs », en cours autour des voitures électriques.

## IMPACTS POUR SNCF RESEAU

Pour SNCF Réseau, l'adoption de technologies vertes et/ou d'une stratégie de dé-complexification des technologies serait centrale.

Pêle-mêle, cela supposerait de forts impacts sur :

- + Les activités de maintenance, avec par exemple l'utilisation de nouveaux procédés propres, de matériaux bio-inspirés (voire paléo-inspirés), biodégradables et auto-cicatrisants.
- + La gestion des flux, avec par exemple la promotion du Slow train, à rebours de l'éloge de la vitesse des nouveaux concurrents technologiques (Hyperloop), synonyme de moindre pression sur les infrastructures.
- + La production de matériaux et de pièces, rendue par exemple moins énergivore et locale grâce à l'impression 3D (sur le modèle de Siemens Mobility qui dispose d'une imprimante 3D dans son centre de maintenance à Dortmund).
- + La politique énergétique, avec par exemple la connexion à un réseau décentralisé permettant une meilleure gestion en temps réel (Smart grids) et de redirection de l'énergie non stockable non utilisée (Train-to-grid, sur le modèle du métro d'Hyderabad).

## 7. QUELLES EVOLUTIONS DANS D'AUTRES ZONES DU MONDE ?

Partout, le secteur de la *Green tech* est synonyme d'opportunités business et marketing. Certains pays européens sont très en avance (Allemagne, Scandinavie, Pays Baltes, Espagne, Portugal), tout comme plusieurs tigres asiatiques (Japon, Corée du Sud). Le Portugal parvient par exemple à produire, ponctuellement, plus d'électricité à partir d'énergies renouvelables que sa consommation globale.

Les principes de la *Low tech* sont, eux, utilisés comme important levier dans les pays en voie de développement (Afrique, Amérique Latine, Inde notamment) : frugales et sobres, ces technologies nécessitent peu d'intrants et d'investissements et débouchent sur des niveaux d'efficacité assez élevés.

## 8. SOURCES MOBILISEES

*Pour tout résoudre, cliquez ici ! L'aberration du solutionnisme technologique, Evgeny Morozov, 2014*

*The Clean Tech Revolution*, Ron Pernick et Clint Wilder, 2007

« Clean Economy, Living Planet », WWF, 2009

*L'Âge des low tech - Vers une civilisation techniquement soutenable*, Philippe Bihouix, 2014

*La guerre des métaux rares*, Guillaume Pitron, 2018

« Quelles technologies pour une société durable ? », Atterrissage, 2018

« 'World's largest robot' operational as Pilbara driverless rail goes live », *Sydney Herald*, 2018

« 3D printing in the railway sector with deutsche bahn », *Railway Technology*, 2019

« Entre les 'low tech' et les 'tech addicts', découvrez les 'clean tech' », *L'ADN*, 2019

*La Chine et les technologies vertes : vers un dilemme de sécurité ?*, Emmanuel Meneut, 2013

« Quand les technologies vertes poussent à la consommation », *Le Monde Diplomatique*, 2010

« La pollution numérique, qu'est-ce que c'est ? », Greenpeace, 2017

*Sur la question du charbon*, Jevons, 1865

*Peut-on croire aux TIC vertes ? Technologies numériques et crise environnementale*, Fabrice Flipo, 2012

« Après l'effondrement. Notes sur l'utopie néotechnologique », Jean-Marc Mondosio, 2000

« Et si nous nous trompions de transition ? Pour un luddisme écologique », Éloi Laurent, *La Pensée Écologique*, 2017

# DOCUMENTS LIES

La thématique de « L'impératif écologique et l'entrée dans l'anthropocène » a donné lieu à la production de plusieurs livrables, listés ci-dessous.

DOCUMENT	DESCRIPTION
Neuf fiches facteurs critiques	<p>Une « fiche facteur critique » constitue une étude documentaire d'une variable jugée incertaine dans l'avenir par rapport à la thématique prospective étudiée, ici « L'impératif écologique et l'entrée dans l'anthropocène ». Chaque fiche facteur critique revient sur l'histoire de la variable, qualifie son état actuel et projette son avenir et ses impacts à l'horizon 2030 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Les impacts du changement climatique</li> <li>+ La guerre pour les ressources</li> <li>+ La rationalisation des déplacements des individus</li> <li>+ L'orientation des politiques publiques en faveur d'un développement économique durable</li> <li>+ Les évolutions technologiques en lien avec l'impératif écologique</li> <li>+ Des cycles de production transparents, responsables et en résonance avec les cycles naturels</li> <li>+ Les attentes vis-à-vis de l'action environnementale des entreprises</li> <li>+ La création de ressources communes en faveur du développement durable</li> <li>+ La sixième extinction biologique</li> </ul>
Quatre entretiens externes	<p>L'objectif de ces entretiens externes était de comprendre quels sont les grands enjeux actuels et futurs de « L'impératif écologique et l'entrée dans l'anthropocène » et les solutions envisageables :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Benoît Mounier, fondateur de Benenova</li> <li>+ Emmanuel Delannoy, consultant associé chez Pikaia</li> <li>+ Hélène le Téno, consultante en transition écologique et numérique</li> <li>+ Vivian Dépoues, chef de projet adaptation au changement climatique, I4CE</li> </ul>
Cinq entretiens internes	<p>Ces entretiens avaient pour objectif de comprendre les enjeux de SNCF Réseau face à « L'impératif écologique et l'entrée dans l'anthropocène », d'identifier les actions qui sont d'ores et déjà mises en œuvre et celles qui devraient l'être :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Bernard Torrin, directeur Développement durable, SNCF Réseau</li> <li>+ Corinne Roecklin, responsable du pôle « environnement et projet »</li> <li>+ Lucette Vanlaecke, Directrice Clients et Services SNCF Réseau Île-de-France</li> <li>+ Philippe Bihouix, directeur international de Fret SNCF</li> <li>+ François Tainturier, Directeur de la Stratégie du Réseau de SNCF Réseau</li> </ul>
Deux comptes rendus d'ateliers prospectifs	<p>23 mai 2019 : L'objectif de l'atelier était d'identifier et de prendre la mesure des impacts de l'impératif écologique et de l'entrée dans l'anthropocène pour SNCF Réseau à l'horizon 2030.</p> <p>17 septembre 2019 : L'atelier fait suite à la réalisation d'une analyse documentaire et d'entretiens avec des experts du sujet, ainsi qu'au premier atelier prospectif du 23 mai 2019. Son objectif était d'enrichir la liste des actions qui pourraient être mises en œuvre par SNCF Réseau pour s'adapter à la crise écologique, de premières actions ayant déjà été identifiées dans les entretiens et lors de l'atelier du 23 mai.</p>
Trois scénarios prospectifs	À l'issue d'un premier travail documentaire (conception des fiches facteurs

	<p>critiques), des résultats du sondage prospectif, des entretiens externes et internes et des discussions de l'atelier du 23 mai 2019, trois scénarios prospectifs ont été élaborés. Ils ont été utilisés lors du second atelier, celui du 17 septembre 2019, pour que les participants positionnent SNCF Réseau dans les mondes imaginés à horizon 2030 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ L'utopie techno-entrepreneuriale</li> <li>+ L'État social et écologique</li> <li>+ La rupture hyperlocale et coopérative</li> </ul>
Un sondage prospectif	<p>Sur la base des entretiens menées avec des experts internes et externes à SNCF Réseau et de l'analyse documentaire, 23 hypothèses d'avenir (horizon 2030) ont été formulées et adressées à des experts de l'écologie. Chaque expert s'est positionné sur chacune des hypothèses en indiquant son accord ou son désaccord et en expliquant les raisons de son positionnement.</p>
Une note stratégique	<p>À l'issue de la démarche de prospective stratégique, une note stratégique éditorialisée a été rendue. Son objectif est de récapituler les impacts de la thématique (ici, « L'impératif écologique et l'entrée dans l'anthropocène » ainsi que de donner des pistes d'actions pour s'y adapter.</p>