



# 2050 :

LA MISE EN PLACE D'UNE  
STRATÉGIE BAS CARBONE SOUS  
CONSTRAINTES

# SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>3</b>
<b>SNBC, ÉVALUATION DES RESSOURCES ET OUTILS DE MISE EN ŒUVRE</b>	<b>4</b>
▪ <b>IL EST URGENT DE PRENDRE EN COMPTE LA CRITICITÉ DES RESSOURCES DANS LA STRATÉGIE NATIONALE BAS CARBONE</b>	<b>4</b>
▪ <b>UNE MÉTHODOLOGIE INNOVANTE POUR ÉVALUER LA CRITICITÉ DES RESSOURCES</b>	<b>5</b>
▪ <b>SNBC SOUS CONTRAINTE DE RESSOURCES : L'ÉLECTRIFICATION, CETTE FILIÈRE AU CŒUR DE LA DÉCARBONATION QUI REPOSE SUR L'UTILISATION DE RESSOURCES CRITIQUES</b>	<b>6</b>
▪ <b>CINQ LEVIERS POUR FAIRE DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE UN MOTEUR DE DÉCARBONATION</b>	<b>8</b>
<b>POUR ALLER PLUS LOIN</b>	<b>10</b>
▪ <b>NEUTRALITÉ CARBONE : LES CINQ SCÉNARIOS DE L'ADEME POUR LE MIX ÉLECTRIQUE EN 2050</b>	<b>10</b>
▪ <b>L'ENTREPRISE FACE AUX TRANSITIONS À VENIR</b>	<b>12</b>
▪ <b>LES THÈSES DU MOIS : "MACRON II : RÉINDUSTRIALISATION ET DÉCARBONATION, EN MÊME TEMPS"</b>	<b>13</b>
▪ <b>LE BILAN CARBONE PEINE À S'IMPOSER EN ENTREPRISE</b>	<b>15</b>
▪ <b>ECOMOBILITÉ : CE QUE L'EUROPE PRÉVOIT POUR DÉCARBONER LES TRANSPORTS</b>	<b>16</b>
▪ <b>UN PRODUIT OU UN SERVICE « NEUTRE EN CARBONE » ? GARE AUX ALLÉGATIONS !</b>	<b>18</b>
▪ <b>LE BILAN CARBONE PEINE À S'IMPOSER EN ENTREPRISE</b>	<b>20</b>

# INTRODUCTION

L'Institut National de l'Économie Circulaire (INEC) et Capgemini Invent ont participé à la réalisation d'une étude, entre janvier et avril 2022. Elle interroge les moyens mis en place par la France pour atteindre la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) en 2050. La question de la criticité des ressources que cette transition nécessite s'accompagne d'une méthodologie pour la quantifier. Elle fait aussi émerger des solutions en accord avec les principes de l'économie circulaire.

Ce livre blanc commence par des entretiens avec deux auteurs de l'étude. Tout d'abord, Emmanuelle Ledoux, directrice générale de l'INEC, pose les enjeux de cette étude. La SNBC est mise en place dans l'objectif de permettre à la France d'atteindre la neutralité carbone en 2050. Les contraintes de ressources pesant sur sa mise en œuvre ne sont pas suffisamment prises en compte. Au-delà du simple état des lieux, le rapport propose une méthodologie de quantification de la criticité ainsi que des solutions en accord avec les principes de l'économie circulaire.

En charge du volet méthodologique de l'étude, Alain Chardon est directeur en charge des nouvelles plateformes durables chez Capgemini Invent, marque d'innovation digitale, de design et de transformation du groupe. Il nous explique le fonctionnement de cette méthode innovante d'évaluation de la criticité. Il expose la façon dont les différentes filières peuvent se l'approprier, mais aussi ses limites.

Parmi les filières au cœur de la SNBC, l'électrification est un des piliers de la transition bas carbone et circulaire. Vecteur d'énergie incontournable, l'électricité fait partie intégrante de tous les scénarios publics de décarbonation. L'accroissement des besoins en électricité décarbonée repose cependant sur l'utilisation de ressources critiques.

Enfin, le quatrième article présente les cinq leviers proposés par l'étude pour faire de l'économie circulaire un moteur de décarbonation. Une transition bas carbone intégrant une politique de circularité forte permettrait de limiter l'accroissement de la criticité des ressources.

## SNBC, ÉVALUATION DES RESSOURCES ET Outils DE MISE EN ŒUVRE

# IL EST URGENT DE PRENDRE EN COMPTE LA CRITICITÉ DES RESSOURCES DANS LA STRATÉGIE NATIONALE BAS CARBONE

*La Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC), qui doit permettre à la France d'atteindre la neutralité carbone en 2050, ne prend pas suffisamment en compte les contraintes de ressources qui pèsent sur sa mise en œuvre. Cette situation est révélée dans une étude inédite réalisée par l'Institut National de l'Économie Circulaire (INEC) et Capgemini Invent. Au-delà du simple état des lieux, le rapport propose une méthodologie de quantification de la criticité ainsi que des solutions en accord avec les principes de l'économie circulaire.*

*Pour mieux comprendre les enjeux de cette vaste étude, nous avons interrogé Emmanuelle Ledoux, directrice générale de l'INEC.*

# UNE MÉTHODOLOGIE INNOVANTE POUR ÉVALUER LA CRITICITÉ DES RESSOURCES

*Une récente étude réalisée par l'INEC et Capgemini Invent, alarme sur l'urgence de prendre en compte la criticité des ressources dans notre stratégie bas carbone. L'étude propose une méthodologie inédite qui permet aux différentes filières de s'approprier ces questions.*

*Nous avons interrogé Alain Chardon, en charge de l'étude et de son volet méthodologique. Il nous a expliqué le fonctionnement de cette méthode innovante d'évaluation de la criticité, ainsi que ses limites.*

# SNBC SOUS CONTRAINTE DE RESSOURCES : L'ÉLECTRIFICATION, CETTE FILIÈRE AU CŒUR DE LA DÉCARBONATION QUI REPOSE SUR L'UTILISATION DE RESSOURCES CRITIQUES

*La récente étude INEC/Capgemini « SNBC sous-contrainte de ressources » alarme sur le fait que la Stratégie Nationale Bas Carbone ne prend pas assez en compte la criticité des ressources. Dans ce 3e article de notre dossier consacré à cette étude riche en enseignements, nous abordons les contraintes de ressources qui pèsent sur l'un des piliers de la transition bas carbone et circulaire : l'électrification.*

Un [résumé de l'étude SNBC](#) sous-contrainte de ressources est disponible en téléchargement sur le site de Capgemini Invent. La version complète est [disponible ici](#). Les enjeux de cette étude sont également abordés dans [notre interview d'Emmanuelle Ledoux](#), directrice générale de l'INEC.

## **L'électrification est au centre des stratégies bas carbone**

Vecteur d'énergie incontournable, l'électricité fait partie intégrante de tous les scénarios publics de [décarbonation](#). L'accroissement des besoins en électricité décarbonée va ainsi nécessiter l'installation de nouvelles unités de production (nucléaire, solaire, éolien) en complément de l'hydraulique et d'autres [formes de production thermique basées sur la biomasse](#).

Concernant la mobilité, l'[électrification massive du transport routier](#) est désormais annoncée. D'après l'étude, dans les

principaux scénarios, l'électrification routière est ainsi estimée entre 91 % et 99 % pour le parc de véhicules légers et entre 17 % et 70 % pour le parc de véhicules lourds en 2050.

## **Lithium, cobalt, platinoïdes et terres rares : des ressources critiques et hautement stratégiques**

Le lithium, le cobalt et les platinoïdes sont des ressources absolument indispensables au passage à la mobilité électrique. Compte tenu de l'accroissement de la demande, on estime cependant que les réserves disponibles seront épuisées d'ici 50 ans.

Par ailleurs, trois pays producteurs, dont la Chine et la Russie, se partagent la majorité du marché de l'extraction et de la première transformation, ce qui pose d'évidents problèmes géostratégiques, surtout dans le contexte actuel.

Si les terres rares ne sont pas critiques du point de vue de la disponibilité géologique, il s'agit encore une fois d'une problématique géostratégique, la Chine contrôlant plus de 80 % du marché mondial actuel.

## **Mixer les solutions : la meilleure option ?**

Cette question de la criticité est un problème majeur à

moyen terme, alors que le Parlement européen a voté en faveur de l'interdiction, à partir de 2035, de la vente de véhicules neufs à moteur essence ou diesel !

Ne vaudrait-il pas mieux mixer les solutions, plutôt que de passer au 100 % électrique ?

C'est en tout cas l'avis d'Alain Chardon (Capgemini Invent), co-auteur de l'étude : « Si on additionne les ressources utilisées à la fois pour la construction du véhicule et le carburant en lui-même, on se rend compte qu'il est préférable de mixer les solutions, plutôt que de passer au 100 % électrique. »

Par ailleurs, concernant la [mobilité hydrogène](#), l'étude fait un constat intéressant. Du point de vue des ressources, la voiture électrique est plus critique que la voiture à hydrogène[2] ! En effet, par rapport aux véhicules électriques, les véhicules à hydrogène ont un avantage : « Leur réservoir et leur pile à combustible leur permettent d'avoir une batterie beaucoup plus petite. »

Puis il ajoute : « Avant, nous avions des solutions, one fit for all (universelles). Le pétrole servait à tout. Quand on avait une solution, on l'appliquait partout, c'était pratique. Quand on prend en compte l'ensemble des contraintes (climat, criticité, biodiversité, coût, impact social, etc.), on comprend bien que désormais aucune solution ne peut résoudre tous les problèmes.

Alors que la plupart des grandes entreprises sont en train de passer à des flottes de véhicules électriques, cette étude vient démontrer que du point de vue des ressources, ce n'est pas une solution idéale, chaque véhicule embarquant 300 à 400 kg de batterie. En revanche, pour les déplacements périurbains, de quelques kilomètres, nous montrons que l'utilisation de petits véhicules électriques (Vélo à assistance électrique, trottinette électrique, véhicules de type Citroën AMI) est une bonne alternative.

En France, le terme "sobriété" est mal vu, car mal compris. N'oublions pas que la traduction du mot sobriété, en Anglais, est sufficiency, ce qui veut dire "utiliser uniquement ce qui suffit à nos besoins ou à nos objectifs". Du point de

vue du décideur en entreprise, comme chez les particuliers, se poser la question des objectifs et de la sobriété, c'est faire de la stratégie : qu'est-ce qui est vital, qu'est-ce qui est superflu, voire contreproductif ou nocif ? »

[1] Concernant l'aspect méthodologique, nous vous invitons à lire l'[interview d'Alain CHARDON](#), de Capgemini

[2] 100% hydrogène « vert »

07/07/2022

# CINQ LEVIERS POUR FAIRE DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE UN MOTEUR DE DÉCARBONATION

*D'après le rapport INEC/Capgemini « SNBC sous contrainte de ressources », une transition bas carbone intégrant une politique de circularité forte permettrait de limiter l'accroissement de la criticité des ressources. L'étude révèle aussi que, dans le cas contraire, la criticité sur les métaux et minéraux pourrait être multipliée par 16 d'ici 2050. Comment mettre l'économie circulaire au centre de la décarbonation ? Voici un résumé des 5 pistes proposées par l'étude.*

Les cinq leviers abordés dans cet article sont expliqués en détail dans la [partie 3 du rapport](#)[1].

Pour en savoir plus, nous vous invitons également à lire les autres articles de notre dossier consacré à cette riche étude.

## **Levier 1 : La réglementation, décloisonner les aspects décarbonation et ressources**

La lutte contre le changement climatique et l'optimisation des ressources sont le fruit d'une même volonté : celle de réduire l'[impact des activités humaines](#). Néanmoins, si ces deux aspects ne sont pas pris en compte de manière coordonnée, ils peuvent rapidement entrer en contradiction. Par exemple :

- Une politique d'[économie circulaire](#) concentrée uniquement sur les ressources et favorisant le recyclage risque de contribuer à augmenter les émissions de CO2[2] ;
- Une politique qui prend seulement en considération l'angle « carbone » peut avoir des conséquences graves sur les ressources, la biodiversité, la pollution, etc.

Malheureusement, ces sujets interdépendants et complémentaires sont trop souvent abordés de manière cloi-

sonnée. L'étude précise ainsi que « la prise en compte conjointe des aspects ressources et décarbonation doit se faire dès l'élaboration des prochains travaux législatifs et réglementaires. »

## **Levier 2 : Financements, favoriser les projets circulaires et prioriser les filières électrification/biomasse/construction**

Il est primordial de pousser les investisseurs à se détourner de l'économie linéaire au profit de l'économie circulaire. C'est le but recherché par l'outil de la taxonomie verte, qui figure dans le plan d'action sur la finance durable, élaboré par la Commission européenne en 2018.

En outre, les efforts financiers doivent être concentrés en priorité sur les filières qui joueront un rôle de premier plan dans la décarbonation, c'est-à-dire les trois filières présentées dans l'étude : électrification-biomasses-construction.

## **Levier 3 : L'écoconception doit devenir la norme**

Basée sur une approche multicritères, l'[écoconception](#) est une méthode de conception qui prend en compte l'ensemble du cycle de vie d'un produit ou service, depuis l'extraction des ressources jusqu'à la fin de vie.

Comme cette démarche est essentielle à la mise en place massive des leviers évités, Réduire, Réemployer et Recycler, nous devons aller vers une réglementation européenne qui l'impose comme la norme.

## **Levier 4 : Vers une organisation territoriale de l'économie**

Selon [Alain Chardon](#), directeur en charge des nouvelles plates-formes durables chez Capgemini Invent et co-auteur de l'étude, « le COVID a révélé la fragilité des supply

*chains en cas de crise et la guerre en Ukraine en apporte une seconde confirmation. C'est comme la Formule 1 versus les camions tout terrain. Pendant les vingt dernières années, les entreprises ont réglé leur supply chain comme des Formules 1, avec un pur objectif de performance, sur les pistes parfaitement lisses de la globalisation, avec des ressources peu chères et abondantes. Mais les crises successives vont rendre les pistes plus cahotantes. Le réglage des supply chains va devoir se rééquilibrer en partie vers le mode camion tout terrain, avec plus d'importance donnée à la robustesse et à la résilience. »*

Les stratégies d'économie circulaire sont un moyen de construire des chaînes d'approvisionnement résilientes, basées en partie sur une économie du PIB local. Cette transition vers l'économie circulaire implique une mise en mouvement de l'ensemble des acteurs des territoires : collectivités, citoyens consommateurs, filières industrielles et commerciales, etc.

En outre, il faut systématiser l'écologie industrielle et territoriale et chercher des synergies entre acteurs afin de mutualiser les ressources (exemple : récupération de chaleur fatale pour alimenter les réseaux de chaleur).

#### **Levier 5 : S'appuyer sur l'innovation et le digital**

L'innovation technologique et la R&D doivent être soutenues activement, en priorité dans les domaines utilisant des ressources critiques. Voici quelques pistes prioritaires :

- travailler à la recyclabilité du lithium et du graphite ;
- approfondir les technologies permettant de se passer de ces ressources ([panneaux photovoltaïques pérovskite](#) développés en France...);
- intégrer plus de matières recyclées ;
- soutenir l'écoconception.

Par ailleurs, les technologies digitales et l'intelligence artificielle constituent des outils essentiels pour relier des univers linéaires et mettre en place une économie circulaire (traçabilité des produits et déchets, plates-formes de mise en relation, maintenance prédictive, etc.).

L'innovation technologique ne peut pas, à elle seule, répondre à tous les enjeux de l'économie circulaire. L'in-

novation doit aussi être d'ordre économique, juridique et fonctionnel.

[1] Pages 89 à 101

[2] Consommation énergétique lors du recyclage, transport, etc.

08/07/2022

## POUR ALLER PLUS LOIN

# NEUTRALITÉ CARBONE : LES CINQ SCÉNARIOS DE L'ADEME POUR LE MIX ÉLECTRIQUE EN 2050

*À la suite de la publication de ses scénarios de transition énergétique, l'Ademe sort des « feuillets » thématiques complémentaires. Celui sur le système électrique révèle plusieurs options et confirme que le choix des renouvelables n'est pas plus cher que le nucléaire.*

Comme dans une série télé, les épisodes sur le futur système énergétique français n'en finissent pas de se succéder. Après les rapports de RTE et de négaWatt, l'Ademe a elle-même complété la publication de ses scénarios de transition par plusieurs « feuillets » : **onze sont déjà disponibles** sur les effets macro-économiques, sur les modes de vie, sur les sols, sur les territoires, sur les matériaux de la **transition énergétique**, etc. Mais le plus remarqué est celui sur le mix électrique que la France pourrait choisir en 2050. Sujet délicat puisque le Président Emmanuel Macron semble avoir tranché avant tout débat démocratique...

Pourtant les travaux de l'Ademe sont riches d'enseignements pouvant alimenter ce débat. Ils se basent sur les **quatre scénarios de l'Agence**, arrivant tous à la **neutralité carbone** en 2050 mais aux profils très différents, ce qui se retrouve dans leurs **mix électriques** respectifs (dont un avec deux variantes), résumés dans le tableau suivant.

### Des renouvelables en majorité

De tous les scénarios, seule la frugalité de S1 permet de consommer moins d'électricité qu'aujourd'hui, à l'inverse de S3 et S4 projetant une forte voire très forte hausse de la consommation. Les mix électriques comportent une grande part de sources renouvelables, a minima 72 % dans S4 et jusqu'à 97 % dans S1 : l'Ademe a vérifié qu'ils assurent

tous l'équilibre entre l'offre et la demande au pas horaire entre 2020 et 2060, pour neuf scénarios météo différents.

Les capacités d'hydroélectricité subissant peu d'évolution, le développement des moyens de production renouvelables est surtout celui des ressources variables. Le solaire photovoltaïque est la technologie dont les capacités sont les plus développées par rapport à aujourd'hui, avec une multiplication par 9 de la puissance installée dans S1 et S2, et par 14 dans S3 et S4. Une approche avec des installations solaires moins centralisées est préférée dans S1.

L'éolien terrestre arrive à des niveaux de puissance similaires dans tous les scénarios, à hauteur de 3,5 fois les capacités actuelles. L'éolien en mer, tout juste naissant sur les côtes françaises, reste modéré dans S1, fortement développé dans S2 et encore deux fois plus dans S4. L'Ademe a créé deux versions de son troisième scénario : S3EnR privilégie justement le développement de l'éolien en mer au même niveau que S4, tandis que S3Nucléaire maintient l'éolien en mer au niveau de S2 en préférant construire du nouveau nucléaire.

Les capacités nucléaires sont variées entre les scénarios. S1 prévoit un arrêt des centrales au fil du temps et aucune nouvelle construction ; seul l'EPR de Flamanville est en fonctionnement en 2050. S2 et S3 maintiennent un quart du parc nucléaire actuel en activité, tandis que S4 en vise le tiers. La vraie différence vient de la construction de centrales neuves : S1, S2 et S3EnR refusent cette option, tandis que S3nucléaire et S4 prévoient respectivement 6 et 10 nouveaux EPR2.

En ce qui concerne la production d'hydrogène par électrolyse de l'eau, elle est élevée dans S1 et S2, les deux l'uti-

lisant pour créer du méthane de synthèse et le deuxième aussi pour le transport. S3 a une demande élevée d'hydrogène dans tous les secteurs mais utilise l'électrolyse de manière modérée en ayant plutôt recours à des importations d'H<sub>2</sub>. S4 a une faible demande en hydrogène.

Tous les scénarios incluent un développement des interconnexions avec les pays voisins ainsi qu'un renforcement du réseau interrégional. La flexibilité de la demande joue aussi un rôle pour le maintien de l'équilibre offre/demande, en particulier dans S3 où il faut piloter certains usages (chauffage, eau chaude, climatisation et surtout véhicules électriques) pour déplacer les pointes de consommation du soir vers le midi. Des centrales gaz sont aussi nécessaires au système électrique, principalement dans S3 (où ce scénario prévoit 80 % de gaz décarboné) et dans S4 (où la part du gaz vert n'est que de 50 %) : ainsi, c'est dans le scénario comportant le plus de nucléaire (S4) que les réductions d'émissions de CO<sub>2</sub> du système électrique sont les plus faibles, à 6 Mt au lieu de 13 Mt dans les trois autres scénarios ! Un résultat qui bat en brèche les habituels discours de la filière nucléaire vantant la décarbonation par l'atome.

#### **L'étude économique ne justifie pas le nouveau nucléaire**

Même avec une vision optimiste, le coût du nouveau nucléaire n'atteindra que 91 €/MWh selon l'Ademe, alors que la baisse des coûts des énergies renouvelables (EnR) d'ici 2050 va encore être d'un facteur 1,5 à 2 : on passe de 60 à 32 €/MWh pour le photovoltaïque au sol, de 82 à 43 €/MWh pour le photovoltaïque en toiture, de 60 à 47 €/MWh pour l'éolien terrestre et de 118 à 73-81 €/MWh pour l'éolien en mer. La modélisation des scénarios de mix électrique prévoyant que les solutions les plus compétitives soient privilégiées, ce sont donc les EnR qui prennent le dessus. De plus, l'Ademe est réaliste sur le coût d'accès au capital pour les investissements, avec un taux de 5,25 % pour les EnR et les interconnexions, et de 7,5 % pour les autres. Sur cette base, le coût complet pour le système électrique a été évalué en cumulé sur la période 2020-2060. Il inclut les investissements de production, de réseaux et les importations/exportations mais pas d'autres coûts liés au reste de la transition énergétique (développement du véhicule élec-

trique ou du captage du carbone par exemple).

En toute logique, les scénarios les moins consommateurs d'électricité sont les moins coûteux pour la collectivité, puisque nécessitant moins de moyens de production (cf. figure ci-dessus). Alors que S1 et S2 sont autour de 1 200 Md€, S4 cumule à plus de 1 600 Md€. Entre les deux, à un peu plus de 1 400 Md€, il est intéressant de voir que les deux options S3 ont un coût équivalent alors que l'une privilégie les EnR (notamment avec plus d'éolien en mer) et l'autre le nucléaire. Il semblerait donc, [comme cela a été montré par Philippe Quirion, directeur de recherche au CNRS](#), que la dimension économique ne soit pas celle permettant de justifier un nouveau programme nucléaire.

Les résultats montrent par ailleurs que les coûts de l'électricité pourraient rester maîtrisés puisqu'il y a peu d'écart (en euros/MWh) dans S1 et S3 par rapport à 2020, et qu'il est de -12 % pour S2 et de +4 % pour S4. En particulier S2, qui a un niveau de consommation d'électricité similaire au scénario Sobriété de RTE, peut bénéficier des ENR les plus compétitives et de la pilotabilité des électrolyseurs pour réduire les coûts de flexibilité des autres solutions (imports, batteries, centrales gaz). La raison nous orienterait donc plutôt vers ce scénario de coopération territoriale ?

21/04/2022

# L'ENTREPRISE FACE AUX TRANSITIONS À VENIR

*L'Entreprise industrielle manufacturière ou de procédés est profondément impactée par les transitions numérique, énergétique et écologique dans son mode de management, dans la conception de ses usines et ateliers, et dans sa relation avec la Société en général. La révolution actuelle n'est pas seulement numérique : l'entreprise doit dépasser la notion de profit à la base même de son existence « capitalistique » pour tenir compte de la notion relativement récente de RSE (Responsabilité Sociétale de l'Entreprise).*

*Un extrait de [Entreprise du futur et transitions numérique, énergétique et écologique](#), par Jean-Pierre DAL PONT, Catherine AZZARO-PANTEL*

Nous vivons sur une planète où l'incroyable expansion démographique se poursuit : nous étions un milliard d'individus en 1830, nous sommes sept milliards huit cents millions aujourd'hui et on prévoit deux milliards supplémentaires dans trente ans. La pression sur l'environnement est palpable. Les dérangements climatiques, le réchauffement attribué au GES ([Gaz à effet de serre](#)) d'origine anthropique, la pollution dont celle des océans par les gyres, sont de plus en plus sources d'interrogations comme d'inquiétudes. Les gouvernements doivent prendre des décisions globales. Un produit importé apporte avec lui la pollution dont celle des GES qui ont accompagné sa production : c'est la pollution à la frontière. Il faudrait faire payer le pollueur pour préserver la rentabilité du producteur vertueux. C'est ce que l'Europe tente de faire. Le climat est de plus en plus capricieux. Aux États-Unis, les phénomènes sont exacerbés : aux sécheresses extrêmes sources d'incendies (Californie) succèdent des inondations dévastatrices. Les GES sont montrés du doigt : la décarbonation s'impose !

## Demain, la ville et ses magasins

L'urbanisation est le fait de l'exode rural : des paysans

cherchent en ville une vie meilleure. On estime ainsi que 80 % de la population mondiale sera urbaine vers les années 2050. À tel point qu'aujourd'hui, 50 mégapoles possèdent plus de dix millions d'habitants... La ville est sous certains aspects une usine en elle-même. Le seul fait de permettre à des gens de vivre ensemble, de se mouvoir, de travailler, de se soigner, de se divertir, d'élever des enfants, nécessite de transformer et de transporter matière et énergie. Beaucoup de villes abritent des systèmes de production, et les systèmes de production sont des villes à part entière. L'analyse système d'une ville a conduit à la notion de [smart city](#) et des cellules qui la composent : les smart buildings. Les analogies avec les systèmes productifs classiques sont frappantes et les moyens d'étude qu'ils sous-tendent comparables.

L'avenir des Nations et leur liberté sont suspendus en grande partie à leur faculté à mettre sur le marché des produits compétitifs. On sait ce qu'il en est advenu de l'industrie automobile américaine face à la concurrence japonaise. La technologie est devenue une arme économique... La notion de développement durable a fait son chemin. Le citoyen a un nouveau regard sur le produit. Les notions d'écoconception, d'analyse du cycle de vie et d'économie circulaire sont de mieux en mieux comprises, et les entreprises sont obligées de se les approprier. Le consommateur citoyen veut comprendre et s'interroge sur le dilemme : production, écologie, emploi, croissance, bien-être. La tendance est pour que [l'Entreprise devienne une « Société à Mission » contribuant au « Bien Commun »](#).

Exclusif ! L'article complet dans les ressources documentaires en accès libre jusqu'au 2 juin 2022 !

[Entreprise du futur et transitions numérique, énergétique et écologique](#), par Jean-Pierre DAL PONT, Catherine AZZARO-PANTEL

19/05/2022

# LES THÈSES DU MOIS : "MACRON II : RÉINDUSTRIALISATION ET DÉCARBONATION, EN MÊME TEMPS"

*Pour vous accompagner et vous fournir une information toujours plus riche, Techniques de l'Ingénieur s'associe au Réseau National des Ecoles Doctorales - Sciences Pour l'Ingénieur (REDOC SPI). Chaque mois, notre partenaire sélectionne des thèses en lien avec notre dossier mensuel afin de vous permettre de creuser plus loin les thématiques développées dans le dossier.*

Pour notre dossier de mai, "Macron II : réindustrialisation et décarbonation, en même temps", voici les thèses sélectionnées par le REDOC SPI. Retrouvez le résumé de ces thèses ainsi que les thèses des mois précédents sur [le site de notre partenaire](#).

**Méthodes de modélisation et d'optimisation technico-économique pour la planification de systèmes multi-énergies** Etienne Cuisinier Doctorat en Génie Industriel conception et production, soutenu le 14/12/2021 *Sciences pour la conception, l'optimisation et la production*

**Green Connections : A Network Economics Approach to the Energy Transition** Côme Billard Doctorat en Sciences Economiques, soutenu le 3/12/2020 *Laboratoire d'Économie de Dauphine*

**Choix d'un bouquet énergétique durable : Une approche par la théorie de portefeuille** Mehdi Jamaï Mouhtadi Doctorat en Sciences Économiques, soutenu le 14/12/2020 *Montpellier Recherche en Économie*

**Instruments économiques et protection de la biodiversité : analyse juridique des mécanismes de compensation écologique et de paiements pour services environnementaux** Marius Combe Doctorat en Droit de l'environnement, soutenu le 01/1/2020 *Institut de Droit de l'Environnement*

**La prise en compte des fonctionnalités écologiques dans l'aménagement des territoires et l'application de la séquence Éviter-Réduire-Compenser : De l'échelle projet à la planification** Simon Tarabon Doctorat en Sciences Agronomiques, soutenu le 26/11/2020 *Institut méditerranéen de la biodiversité et d'écologie marine et continentale*

**Prospective analysis in the forest sector when facing environmental challenges : insights from large-scale bioeconomic modelling** Miguel Riviere Doctorat en Sciences économiques, soutenu le 22/02/2021 *Bureau d'économie théorique et appliquée*

**L'économie circulaire, une innovation au service du développement territorial ?** Amadou Niang Doctorat en Sciences économiques, soutenu le 2/12/2021 *Sciences pour l'Action et le Développement : Activités, Produits, Territoires*

**Le développement de l'employabilité sur le territoire : visions prospectives sur les métiers en tension : cas des services à la personne** Clara Aoun Doctorat en Sciences de gestion, soutenu le 12/01/2021 *Normandie*

*innovation marché entreprise consommation*

**Enjeux et déterminants de la réindustrialisation de la France**  
*Anais Voy-Gillis* Doctorat en Géographie, soutenu le 10/01/2020  
*Centre de recherches et d'analyses géopolitiques*

**Une sélection à répétition : l'accès des bacheliers professionnels à un diplôme de l'enseignement supérieur**  
*Fanette Merlin* Doctorat en Sciences de l'éducation, soutenu le 30/11/2021  
*Institut de recherche sur l'éducation : sociologie et économie de l'éducation*

19/05/2022

# LE BILAN CARBONE PEINE À S'IMPOSER EN ENTREPRISE

*L'entreprise Greenly dévoile son Baromètre 2022 du bilan carbone. Sur 272 réponses d'entreprises de toutes tailles, il ressort que seulement deux entreprises sur dix ont déjà réalisé un bilan carbone.*

Greenly se présente comme le leader français du **bilan carbone** digitalisé pour les entreprises et souhaite généraliser le bilan carbone pour les TPE, PME et les ETI. L'entreprise publie ainsi le premier **Baromètre du Bilan carbone** pour identifier les freins à lever afin de démocratiser le bilan carbone. Il ressort de l'étude, réalisée en 2021 sur un échantillon de 272 entreprises, de la TPE au grand groupe, que seulement 22 % des entreprises ont déjà réalisé un bilan carbone. La démarche est relativement récente puisque « *la grande majorité des entreprises ont réalisé leur premier bilan carbone au cours des trois dernières années* », note le Baromètre.

L'étude observe en plus « *un lien étroit entre la taille de l'entreprise et la propension à réaliser un bilan carbone* ». Ainsi, 88 % des grands groupes et 81 % des ETI souhaitent en réaliser un. À l'opposé, seules 51 % des PME et 35 % des TPE partagent leur souhait de commander une telle étude.

## Comprendre les motivations d'un bilan carbone

Greenly s'est ensuite intéressé au retour des entreprises ayant réalisé un bilan carbone afin d'identifier les motivations et les freins à lever. Ainsi, l'urgence climatique est la principale motivation évoquée pour 35 % des entreprises, suivie par l'image de marque. Pour les grands groupes, le bilan carbone est toutefois avant tout mené pour répondre à la demande des investisseurs, observe l'étude.

Il en ressort trois freins principaux : le budget, le temps et le manque de connaissances. « *Les TPE et PME consacrent entre 3 000 et 6 000 € pour la conduite d'un bilan carbone*

*sur les scopes 1, 2 et 3, contre plus de 15 000 € pour les grands groupes* », partage Greenly. Ainsi, 43 % des TPE et 29 % des PME indiquent ne pas faire de **bilan carbone** pour des raisons budgétaires. Le manque de connaissances est le premier frein évoqué par les grands groupes.

Enfin, les entreprises ont bien compris que le bilan carbone ne suffisait pas et qu'il devait aboutir sur un plan précis de réduction des émissions de **CO2**. Les postes qu'elles visent en priorité : les transports, l'électricité et l'efficacité énergétique. « *Toutes les entreprises peuvent contribuer à la lutte contre le réchauffement climatique, et cela commence par la mesure des émissions générées*, rappelle Alexis Normand, directeur général et cofondateur de Greenly. *C'est en donnant la parole aux entreprises qu'en tant que spécialiste du bilan carbone, nous pouvons identifier les leviers à actionner pour les engager davantage.* »

21/02/2022

# ECOMOBILITÉ : CE QUE L'EUROPE PRÉVOIT POUR DÉCARBONER LES TRANSPORTS

*Fin février, les ministres des Transports des 27 se sont retrouvés durant trois jours au Bourget autour du plan européen Fit-for-55 et pour discuter d'une stratégie commune en faveur de la décarbonation des transports. Un enjeu primordial, mais plus que jamais incertain avec une double interrogation : qui paiera la facture de ce chantier titanesque et qui pour porter cette question au niveau gouvernemental ?*

Le lieu était symbolique. Devant [ses homologues européens le 21 février dernier](#), le ministre français délégué aux Transports d'alors, Jean-Baptiste Djebbari, n'avait pas manqué de le rappeler : « *Nous ne sommes pas n'importe où. Entre ces murs, plus de deux siècles d'histoire de l'aéronautique nous entourent. À quelques mètres de nous seulement, il y a 95 ans, Charles Lindbergh était accueilli en héros par 200 000 personnes, sur les pistes de l'un des premiers aéroports du monde, après avoir traversé l'Atlantique.* » La force du symbole, donc : celui de l'ambition et du progrès. En matière de décarbonation des transports du XXI<sup>e</sup> siècle, les Etats membres de l'Union européenne vont devoir s'appuyer sur les mêmes ressorts. Et ils n'ont plus une minute à perdre.

## Développer au maximum les transports collectifs

« *Notre première priorité, c'est la décarbonation*, a insisté le représentant de la présidence française de l'UE. *L'Union européenne s'est fixé des objectifs pour 2030. Des objectifs ambitieux. Nous devons nous donner les moyens de les atteindre. Car c'est la crédibilité de l'Europe qui est en jeu. Nous ne serons pas crédibles pour 2050 si nous ne tenons pas nos objectifs de 2030.* » En juillet 2021, la [Commission européenne annonçait en effet son plan Fit-for-55 et ses grandes mesures](#) destinées à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) de 55% d'ici 2030 : tous les secteurs d'activité sont concernés (industrie, transports, bâtiment,

agriculture...).

Le chapitre « transports » n'est évidemment pas passé inaperçu, ce secteur représentant 30% des émissions de gaz à effet de serre en Europe. L'urgence pour les pouvoirs publics est donc de pousser ce secteur à favoriser le développement de solutions de mobilité durable. Cependant, le poste de ministre délégué aux Transports est toujours vacant et n'incite pas à l'optimisme au sujet d'une mise en œuvre rapide et efficace de solutions pérennes. Les idées sur la table ne manquent pourtant pas : la révision des règles de taxation, la généralisation des infrastructures pour carburants propres (électricité, biogaz, hydrogène), l'instauration au niveau européen d'un mécanisme pollueur-payeur ainsi que la mise en place d'un fonds social pour soutenir la transition. Qui pour vraiment porter ces questions entre la Première ministre Elisabeth Borne, la ministre de la Transition écologique Amélie de Montchalin (1), la ministre de la Transition énergétique Agnès Pannier-Runacher ou encore le ministre délégué chargé des Collectivités territoriales Christophe Béchu(1) ?

Heureusement, le coup d'accélérateur principal se fera surtout au niveau des usages. Pour cela, la mobilité collective doit être maximisée, grâce à l'offre de transports et les infrastructures multimodales.

Première dans le viseur : [la relance du train](#). « *Atteindre la réduction de 55% des émissions de CO2 en Europe d'ici 2030 ne peut se faire sans un doublement des offres de services de transport public et ferroviaire, au mieux la voiture électrique les réduira de 20%*, chiffre Laurent Mazille, directeur des Affaires publiques de Transdev. *Mais il ne suffit pas d'interdire la voiture en ville ou les avions en France pour relancer le train, il ne doit pas être pris par défaut, il doit être attractif et compétitif intrinsèquement.* » Mais voilà,

la relance du train ne peut pas tout résoudre à elle seule.

Viennent ensuite le vélo pour les citoyens, mais surtout les véhicules électriques et les transports collectifs et routiers. Tous nos modes de transports individuels vont devoir faire leur révolution. Un mot non galvaudé tant le changement doit être rapide. Il faut, en effet, baisser de plus de 50 % les émissions de gaz à effet de serre au d'ici à 2030. Dans sa dernière [étude sur les transports bas carbone](#), l'Institut Montaigne soulignait deux choses importantes : 74% des Français utilisent leur voiture quotidiennement pour se rendre au travail, ce qui sous-tend un accompagnement de l'évolution des usages des citoyens. Et ce, sans provoquer de troubles sociaux comme cela a été le cas lors du mouvement des Bonnets rouges en 2013 et de celui des Gilets jaunes en 2018. Les pouvoirs publics en ont conscience : les transports durables vont devoir être inclusifs.

### **La route, le grand chantier de demain commence aujourd'hui**

Parlons chiffres à présent. Selon le [Rapport sur l'état de l'environnement](#) du ministère de la Transition écologique (1), les transports seraient responsables de 31% des émissions de GES en France, 97% étant directement imputables à la combustion des carburants (essence et diesel). Sur ce total, 54% sont dus aux voitures particulières, 24% au transport routier. Le calcul est donc rapide à faire : le changement systémique attendu viendra principalement de la révolution de la route, de la généralisation des bornes de recharge électrique haut débit (plus de 150kW) et du développement d'autres énergies vertes pour les poids lourds. Avec – et c'est important de le souligner – un accompagnement en faveur des ménages les plus modestes grâce au [Fonds social pour le climat](#) de l'Union européenne, destiné à financer l'efficacité énergétique des bâtiments mais aussi destiné à rendre accessible les modes de mobilité durable à l'ensemble de la population européenne.

Si l'impulsion vient de Bruxelles, chaque Etat membre va devoir mettre en place ses propres solutions. En France, les pouvoirs publics se penchent sur la question depuis dix ans et l'apparition des premières voitures électriques. Les ventes de véhicule propre sont en train de décoller en France (+46,2% entre 2021 et 2020), il va donc falloir que [les infras-](#)

[tructures dédiées suivent le même rythme](#), offre et demande devant se rencontrer sous peine de foncer dans le mur. « *Il va être nécessaire de faire évoluer nos infrastructures, en particulier pour accueillir les véhicules électriques qui seront de plus en plus nombreux à effectuer des trajets interurbains*, a déclaré Arnaud Quémard, président de l'Association des sociétés françaises d'autoroutes (ASFA), devant le Sénat en juin 2020. *Les véhicules utilisant de l'hydrogène nécessiteront également des investissements considérables puisque le coût d'une borne de recharge est estimé à deux millions d'euros.* » Partout en France, de nombreux projets sont sur la table. Au nord de Paris par exemple, de nouveaux aménagements sur l'autoroute A1 pourraient bientôt voir le jour, avec une voie réservée au covoiturage et les bus express comme cela se fait déjà depuis 2019 dans le sud-est de la France, grâce au [partenariat entre la région PACA et Vinci Autoroute](#), avec l'aménagement de pôles multimodaux (réunissant gares routière et ferroviaire) et d'aires de services pour la recharge électrique.

Mais tout cela a un coût : rien que pour le territoire tricolore, la facture des nouveaux aménagements routiers s'élèvera à 60 milliards d'euros dans les dix prochaines années, selon une récente [étude](#) d'Altermind, qui souligne que nous allons « *devoir désormais transformer l'infrastructure construite au XXe siècle pour l'adapter aux mutations du XXIe. Le prix de l'inaction serait bien plus élevé que celui de la décarbonation* ». Reste donc l'épineuse question du financement d'une telle révolution. En France comme partout en Europe, les Etats seuls ne pourront pas mettre la main à la poche du contribuable pour financer des travaux d'une telle ampleur. Ils devront nécessairement avoir recours à la capacité de financement et d'investissement des acteurs du secteur privé pour relever le défi d'ici 2030. De Paris à Bruxelles en passant par Berlin, tous les décideurs le savent : il n'est plus temps de tergiverser.

**Par Aurélie Simon**

*(1) L'article a été écrit avant les élections législatives, en juin 2022*

20/06/2022

# UN PRODUIT OU UN SERVICE « NEUTRE EN CARBONE » ? GARE AUX ALLÉGATIONS !

*Un nouveau décret encadre l'utilisation de plusieurs allégations de neutralité carbone dans la publicité pour les produits et les services. Fanny Fleuriot, animatrice comptabilité carbone à l'Ademe, explique cette avancée pour une communication plus responsable.*

À partir du 1er janvier 2023, les allégations « neutre en carbone », « zéro carbone », « climatiquement neutre », « 100 % compensé » ou toute formulation de signification ou de portée équivalente seront encadrées par un décret paru le 13 avril dernier. Elles ne pourront être utilisées qu'à la seule condition que l'entreprise rende aisément accessible au public un bilan carbone complet du produit ou service, assorti d'explications détaillées sur la façon dont les émissions de CO<sub>2</sub> sont « prioritairement évitées, puis réduites et enfin compensées. »

Ces éléments devront être publiés sur le site internet de l'entreprise et un lien ou [code QR](#) devra être apposé sur la publicité ou l'emballage portant l'allégation de neutralité carbone. Le [bilan carbone](#) devra être mis à jour annuellement pour prouver que les réductions attendues ont bien lieu, et toute mention devra être retirée si l'empreinte carbone absolue du produit ou service augmente entre deux années.

Ce décret concrétise une recommandation de la Convention Citoyenne pour le Climat qui recommandait d'interdire l'usage des allégations de neutralité carbone. Un amendement de dernière minute avait remplacé l'interdiction stricte par un encadrement. Fanny Fleuriot, animatrice comptabilité carbone à l'Ademe et co-auteurice de l'avis "[Utilisation de l'argument de neutralité carbone dans les communications](#)", nous explique les changements à venir.

**Techniques de l'Ingénieur : L'article 12 de la loi Climat et Résilience visait à interdire dans la plupart des cas les allégations de neutralité carbone pour un produit ou un service. Elles seront néanmoins toujours possibles sous certaines conditions ; est-ce suffisant et conforme aux recommandations de l'Ademe ?**

**Fanny Fleuriot :** Ce décret n'interdit pas totalement l'allégation de neutralité carbone d'un produit ou d'un service, mais les modalités sont très contraignantes. Pour l'utiliser, une entreprise devra calculer l'empreinte carbone de son produit selon les normes ISO en vigueur et la rendre publique. On est bien sur l'ensemble des étapes du cycle de vie du produit, de l'extraction des matières premières pour sa fabrication jusqu'à son utilisation et la fin de vie. L'entreprise devra mettre en place une stratégie de réduction compatible avec une stratégie de décarbonation ambitieuse, compatible avec l'accord de Paris et se tenir à cette stratégie. Si l'empreinte carbone du produit augmente d'une année sur l'autre, l'entreprise n'aura plus le droit d'utiliser l'allégation.

Certes, cela autorise l'allégation mais avec des modalités contraignantes pour décourager les acteurs qui voudraient utiliser ces allégations pour faire du greenwashing. Cela donne un cadre sur l'utilisation de telles allégations qui aujourd'hui se trouvent partout sans gage d'investissement et de réduction concrète d'émissions.

Même s'il n'y a pas beaucoup de consommateurs lambda qui scanneront les codes QR, les associations de consommateurs veilleront au grain. Les entreprises qui utiliseraient cette allégation sans démarche sérieuse de réduction des émissions de gaz à effet de serre se mettraient en porte-à-faux d'un point de vue juridique. Les associations de

consommateurs ne vont pas se gêner pour faire monter les mauvaises pratiques auprès de la DGCCRF. Il ne faut pas non plus négliger l'impact des réseaux sociaux sur ces sujets.

**Pourquoi l'Ademe ne recommande-t-elle pas l'utilisation de la mention « neutre en carbone » ?**

Cette mention ne va tout simplement pas dans le bon sens pour changer les comportements des consommateurs. On ne doit pas promettre un produit « neutre en carbone », car les consommateurs doivent comprendre l'impact des produits qu'ils achètent. Et l'utilisation des mentions de ce type fragilise encore la confiance du consommateur envers la communication des organisations.

Dans la langue française, le « neutre » veut bien dire qu'il n'y a pas d'impact. Il y a donc un imaginaire trompeur pour le consommateur qui a l'impression que son produit n'a pas d'impact. En plus, même si l'Ademe est totalement favorable au principe de compensation carbone qui permet de la solidarité climatique pour financer des projets, il y a bien différentes réalités. Il y a en effet une difficulté à faire le tri entre les acteurs qui ont une démarche sincère et ceux qui basent toute leur stratégie sur l'achat de crédit carbone à bas coût.

Enfin, parler de neutralité carbone contribue à mettre le carbone comme l'ennemi public n°1. Il ne faut pas oublier qu'il y a une panoplie d'autres impacts environnementaux, mais aussi des enjeux de changements de comportement, des enjeux de qualité de vie et des enjeux sociaux pour aller vers une société plus résiliente, plus juste, plus respectueuse du vivant.

**Qu'est-ce qu'une communication responsable pour dire qu'un produit ou un service limite son impact ?**

Il faut partir sur l'affichage environnemental du produit et non pas se limiter à son empreinte carbone. Car un produit peut avoir une faible empreinte carbone mais par exemple épuiser les ressources ou être toxique pour l'eau. Si l'entreprise veut communiquer sur sa stratégie de réduction côté carbone, à l'Ademe, on l'invite à communiquer sur un pour-

centage de réduction d'émissions plutôt qu'une neutralité potentielle.

07/06/2022

# LE BILAN CARBONE PEINE À S'IMPOSER EN ENTREPRISE

*L'entreprise Greenly dévoile son Baromètre 2022 du bilan carbone. Sur 272 réponses d'entreprises de toutes tailles, il ressort que seulement deux entreprises sur dix ont déjà réalisé un bilan carbone.*

Greenly se présente comme le leader français du bilan carbone digitalisé pour les entreprises et souhaite généraliser le bilan carbone pour les TPE, PME et les ETI. L'entreprise publie ainsi le premier Baromètre du Bilan carbone pour identifier les freins à lever afin de démocratiser le bilan carbone. Il ressort de l'étude, réalisée en 2021 sur un échantillon de 272 entreprises, de la TPE au grand groupe, que seulement 22 % des entreprises ont déjà réalisé un bilan carbone. La démarche est relativement récente puisque « la grande majorité des entreprises ont réalisé leur premier bilan carbone au cours des trois dernières années », note le Baromètre.

L'étude observe en plus « un lien étroit entre la taille de l'entreprise et la propension à réaliser un bilan carbone ». Ainsi, 88 % des grands groupes et 81 % des ETI souhaitent en réaliser un. À l'opposé, seules 51 % des PME et 35 % des TPE partagent leur souhait de commander une telle étude.

## Comprendre les motivations d'un bilan carbone

Greenly s'est ensuite intéressé au retour des entreprises ayant réalisé un bilan carbone afin d'identifier les motivations et les freins à lever. Ainsi, l'urgence climatique est la principale motivation évoquée pour 35 % des entreprises, suivie par l'image de marque. Pour les grands groupes, le bilan carbone est toutefois avant tout mené pour répondre à la demande des investisseurs, observe l'étude.

Il en ressort trois freins principaux : le budget, le temps et le manque de connaissances. « Les TPE et PME consacrent entre 3 000 et 6 000 € pour la conduite d'un bilan carbone

sur les scopes 1, 2 et 3, contre plus de 15 000 € pour les grands groupes », partage Greenly. Ainsi, 43 % des TPE et 29 % des PME indiquent ne pas faire de bilan carbone pour des raisons budgétaires. Le manque de connaissances est le premier frein évoqué par les grands groupes.

Enfin, les entreprises ont bien compris que le bilan carbone ne suffisait pas et qu'il devait aboutir sur un plan précis de réduction des émissions de CO2. Les postes qu'elles visent en priorité : les transports, l'électricité et l'efficacité énergétique. « Toutes les entreprises peuvent contribuer à la lutte contre le réchauffement climatique, et cela commence par la mesure des émissions générées, rappelle Alexis Normand, directeur général et cofondateur de Greenly. C'est en donnant la parole aux entreprises qu'en tant que spécialiste du bilan carbone, nous pouvons identifier les leviers à actionner pour les engager davantage. »

21/02/2022

# Gagnez du temps et sécurisez vos projets en utilisant une source actualisée et fiable



RÉDIGÉE ET VALIDÉE  
PAR DES EXPERTS



MISE À JOUR  
PERMANENTE



100 % COMPATIBLE  
SUR TOUS SUPPORTS  
NUMÉRIQUES



SERVICES INCLUS  
DANS CHAQUE OFFRE

- > + de 340 000 utilisateurs chaque mois
- > + de 10 000 articles de référence et fiches pratiques
- > Des Quiz interactifs pour valider la compréhension 

## SERVICES ET OUTILS PRATIQUES



### Questions aux experts\*

Les meilleurs experts techniques et scientifiques vous répondent



### Articles Découverte

La possibilité de consulter des articles en dehors de votre offre



### Dictionnaire technique multilingue

45 000 termes en français, anglais, espagnol et allemand



### Archives

Technologies anciennes et versions antérieures des articles



### Info parution

Recevez par email toutes les nouveautés de vos ressources documentaires

\*Questions aux experts est un service réservé aux entreprises, non proposé dans les offres écoles, universités ou pour tout autre organisme de formation.

## Les offres Techniques de l'Ingénieur

### INNOVATION

- Éco-conception et innovation responsable
- Nanosciences et nanotechnologies
- Innovations technologiques
- Management et ingénierie de l'innovation
- Smart city – Ville intelligente

### MATÉRIAUX

- Bois et papiers
- Verres et céramiques
- Textiles
- Corrosion – Vieillessement
- Études et propriétés des métaux
- Mise en forme des métaux et fonderie
- Matériaux fonctionnels. Matériaux biosourcés
- Traitements des métaux
- Élaboration et recyclage des métaux
- Plastiques et composites

### MÉCANIQUE

- Frottement, usure et lubrification
- Fonctions et composants mécaniques
- Travail des matériaux – Assemblage
- Machines hydrauliques, aérodynamiques et thermiques
- Fabrication additive – Impression 3D

### ENVIRONNEMENT – SÉCURITÉ

- Sécurité et gestion des risques
- Environnement
- Génie écologique
- Technologies de l'eau
- Bruit et vibrations
- Métier : Responsable risque chimique
- Métier : Responsable environnement

### ÉNERGIES

- Hydrogène
- Ressources énergétiques et stockage
- Froid industriel
- Physique énergétique
- Thermique industrielle
- Génie nucléaire
- Conversion de l'énergie électrique
- Réseaux électriques et applications

### GÉNIE INDUSTRIEL

- Industrie du futur
- Management industriel
- Conception et production
- Logistique
- Métier : Responsable qualité
- Emballages
- Maintenance
- Traçabilité
- Métier : Responsable bureau d'étude / conception

### ÉLECTRONIQUE – PHOTONIQUE

- Électronique
- Technologies radars et applications
- Optique – Photonique

### TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION

- Sécurité des systèmes d'information
- Réseaux Télécommunications
- Le traitement du signal et ses applications
- Technologies logicielles – Architectures des systèmes
- Sécurité des systèmes d'information

### AUTOMATIQUE – ROBOTIQUE

- Automatique et ingénierie système
- Robotique

### INGÉNIERIE DES TRANSPORTS

- Véhicule et mobilité du futur
- Systèmes aéronautiques et spatiaux
- Systèmes ferroviaires
- Transport fluvial et maritime

### MESURES – ANALYSES

- Instrumentation et méthodes de mesure
- Mesures et tests électroniques
- Mesures mécaniques et dimensionnelles
- Qualité et sécurité au laboratoire
- Mesures physiques
- Techniques d'analyse
- Contrôle non destructif

### PROCÉDÉS CHIMIE – BIO – AGRO

- Formulation
- Bioprocédés et bioproductions
- Chimie verte
- Opérations unitaires. Génie de la réaction chimique
- Agroalimentaire

### SCIENCES FONDAMENTALES

- Mathématiques
- Physique Chimie
- Constantes physico-chimiques
- Caractérisation et propriétés de la matière

### BIOMÉDICAL – PHARMA

- Technologies biomédicales
- Médicaments et produits pharmaceutiques

### CONSTRUCTION ET TRAVAUX PUBLICS

- Droit et organisation générale de la construction
- La construction responsable
- Les superstructures du bâtiment
- Le second œuvre et l'équipement du bâtiment
- Vieillessement, pathologies et réhabilitation du bâtiment
- Travaux publics et infrastructures
- Mécanique des sols et géotechnique
- Préparer la construction
- L'enveloppe du bâtiment
- Le second œuvre et les lots techniques

## OFFRE



### Industrie du futur

Transformez par le digital vos modes de conception et modernisez votre système de production industrielle

Ref : TIP085WEB

## PRÉSENTATION

-

## VOTRE COMMANDE :

Référence	Titre de l'ouvrage	Prix unitaire H.T	Qté	Prix total H.T
TIP085WEB	Industrie du futur	1 045 €	1	1 045 €
Total H.T en €				1 045 €
T.V.A : 5,5%				57,48 €
Total TTC en €				1 102,48 €

## VOS COORDONNÉES :

Civilité  M.  Mme

Prénom \_\_\_\_\_

Nom \_\_\_\_\_

Fonction \_\_\_\_\_

E-mail \_\_\_\_\_

Raison sociale \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Code postal \_\_\_\_\_

Ville \_\_\_\_\_

Pays \_\_\_\_\_

Date :

Signature et cachet obligatoire

### CONDITIONS GÉNÉRALES DE VENTE

Conditions générales de vente détaillées sur simple demande ou sur [www.technique-ingenieur.fr](http://www.technique-ingenieur.fr)

Si vous n'êtes pas totalement satisfait, vous disposeriez d'un délai de 15 jours à compter de la réception de l'ouvrage pour le retourner à vos frais par voie postale. Livraison sous 30 jours maximum.