ÉNERGIE
L'INDUSTRIE EN TRANSITION

Année après année, la performance énergétique et environnementale apparaît comme un pilier indispensable au développement d'une industrie durable et compétitive. Au-delà de la réduction des consommations, la transition énergétique de l'industrie doit notamment intégrer des éléments de flexibilité, les synergies ou impacts du déploiement du numérique et nombre d'enjeux culturels et organisationnels...
À l'occasion du deuxième colloque national Énergie Industrie de l'ADEME, ce dossier fait le point sur ces grands enjeux.

© Getty Images

À lire dans ce dossier

ZOOM SUR...
Usine du futur : **quelle place pour les questions environnementales ?**
P. 8

REGARDS CROISÉS
Usine du futur : l'envers du décor
P. 9

REPORTAGE
Électricité : quand flexibilité rime avec compétitivité
P. 10

AVIS D'EXPERT
Flexibilité électrique : un enjeu d'avenir pour les industriels
P. 11

© Istock

INDUSTRIE : DE NOUVEAUX DÉFIS

Aujourd'hui, l'industrie consomme un quart de l'énergie française et un tiers de son électricité. Avec, à la clé, des émissions importantes de gaz à effet de serre et une dépendance énergétique conséquente qui se traduit directement dans les factures des industriels. Comment accélérer sa mutation vers une amplification massive de sa performance énergétique ?

Sur le papier, le bilan énergétique de l'industrie est plutôt meilleur que celui des autres secteurs : alors que sur ces dix dernières années les consommations finales des transports et du résidentiel/tertiaire n'ont connu que peu d'évolutions, l'industrie affiche, elle, une diminution de plus de 11 Mtep[1], confortant ainsi sa troisième place sur le podium des grands consommateurs acquise en 2009 après avoir été doublée par les transports... *« Cette baisse est étroitement liée à la tertiarisation de l'économie et à la mutation de la production industrielle,* précise Frédéric Streiff, ingénieur en efficacité énergétique industrielle au service Entreprises et Dynamiques Industrielles de l'ADEME. *Mais elle doit aussi beaucoup aux innovations technologiques qui ont permis d'améliorer l'efficacité énergétique de l'industrie (moins de consommation à volume de production constant). »*

1. Données issues du tableau 2015-consommation finale totale industrie 1970-2015, ministère du Développement durable.

Avec le fil d'actu, suivez l'info par courriel en vous inscrivant sur
www.ademe.fr/ademeetvous-abonnement

41,25

MILLIONS DE TEP, C'EST LA CONSOMMATION FINALE ÉNERGÉTIQUE DE L'INDUSTRIE EN 2015, CONTRE 56,89 EN 2000
Source : Statistiques du ministère du Développement durable

9,44

MTEP DE GAZ NATUREL CONSOMMÉS ET 9,09 MTEP D'ÉLECTRICITÉ CONSOMMÉS EN 2015.
Source : Statistiques du ministère du Développement durable

6

FILLIÈRES CONCENTRENT À ELLES-SEULES 89% DE LA CONSOMMATION DU SECTEUR : CHIMIE PLASTIQUE (27 %), AGROALIMENTAIRE (16 %), SIDÉRURGIE (16 %), CIMENT VERRE, TUILES ET BRIQUES (13 %), PAPIER CARTON (9 %), MÉCANIQUE FONDERIE (8 %)
Source : Chiffres clés climat, air, énergie de l'ADEME, édition 2016.

L'INNOVATION, CLÉ DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

Toutefois, ces dernières années les progrès ralentissent... Une stagnation définitive ? *« Non,* affirme Frédéric Streiff, *dans nos projections à 2035 nous tablons sur une amélioration de 20 % d'économies d'énergie pour le secteur industriel. »* Un tiers de ces économies devraient être la conséquence d'innovations en cours de développement, à l'instar de celles qui ont pu émerger dans le cadre du programme Efficacité énergétique dans l'industrie mené par Total et l'ADEME entre 2009 et 2013 : conversion d'un laminoir hydraulique en laminoir électrique, création d'un four de cuisson par combinaison d'air chaud et de micro-ondes... ou via le soutien aux démonstrateurs dans le cadre du Programme des Investissements d'Avenir. Il est primordial d'aider ces entreprises qui proposent des technologies ou solutions énergétiquement plus performantes, pour qu'elles amplifient leurs efforts d'innovation et trouvent les marchés nécessaires au développement de leurs activités en France comme à l'export. *« L'amélioration de la performance énergétique des entreprises passera aussi par des évolutions organisationnelles,* remarque Frédéric Streiff. *mais surtout par le déploiement à large échelle de solutions déjà existantes sur le marché et encore peu répandues. »* Ainsi, l'ADEME s'attache à accélérer la transition énergétique via plusieurs actions qui vont de la formation (voir encadré) à l'aide à l'investissement, notamment par le Fonds chaleur pour soutenir les projets de valorisation de la chaleur fatale (cf. page 12) et le développement de la production d'EnR thermiques dans l'industrie. L'agence publie également des guides techniques destinés à orienter les entreprises industrielles vers une meilleure maîtrise de leur consommation d'énergie. *« Après l'industrie du papier carton et la fonderie, nous sommes actuellement en train de finaliser des publications dédiées à l'industrie mécanique et aux scieries, ainsi qu'un guide sur la gestion du froid en industrie »*, précise Frédéric Streiff.

Ces éléments sont autant de ressources méthodologiques pour les industriels que pour les bureaux d'études et de conseil qui les accompagnent. Mais la concrétisation de la mobilisation de tous ces acteurs : industriels, bureaux d'études, équipementiers, ne sera effective qu'à condition d'une large prise de conscience du lien entre performance énergétique et compétitivité.

DES FORMATIONS POUR LES RÉFÉRENTS ÉNERGIE

Les référents énergie apparaissent depuis quelques années comme les acteurs incontournables des politiques énergétiques des entreprises. Face à la multiplicité des fonctions de ce rôle encore peu formalisé, l'ADEME a développé une formation continue baptisée « Devenir Référent Énergie en Industrie » (DEREFEI). Ouverte aux personnes ayant en charge la responsabilité "énergie" dans l'entreprise ou souhaitant l'acquérir (responsable de production, maintenance, qualité-sécurité-environnement, travaux neufs, achats, chef d'entreprise...), cette formation de trois jours vise à permettre aux référents de mieux appréhender la gestion de l'énergie dans l'entreprise et de mettre en place des solutions techniques et opérationnelles simples et rentables.

POUR UNE PRISE DE CONSCIENCE DES ENJEUX ÉNERGÉTIQUES

D'autres dynamiques, plus récentes, peuvent amener les industriels à s'emparer de la question énergétique. Par exemple, la montée en puissance des mécanismes d'effacement (cf. page 11), dont l'enjeu ici n'est pas de réaliser des économies d'énergie mais de consommer au bon moment afin d'apporter davantage de flexibilité au réseau électrique confronté à des pics de demande importants, ainsi qu'à la variabilité de la production à partir d'énergies renouvelables. L'intérêt des industriels sur ces mécanismes, notamment grâce à la valorisation économique conséquente, renforce forcément leur prise de conscience des enjeux énergétiques. Autre défi : la recherche de point de compétitivité, via le développement du numérique dans l'industrie. Rassemblée sous la bannière de « l'Usine du Futur » cf. page 8), cette dynamique s'appuie également sur l'amplification de la performance énergétique et environnementale des sites industriels. Autant de promesses portées par les industriels eux-mêmes qu'il s'agit d'encourager tout en veillant à la réelle prise en compte des enjeux énergétiques.

Plus d'infos :
> **frederic.streiff@ademe.fr**
> **marion.bertholon@ademe.fr**

En savoir plus :
> **www.ademe.fr/energie-dans-votre-atelier**
> **http://formations.ademe.fr/formations-domaine-22-economies-d-energie.html**

USINE DU FUTUR : QUELLE PLACE POUR LES QUESTIONS ENVIRONNEMENTALES ?

© Istock

Plus propre, plus sobre, plus humaine... Pour les convaincus d'une industrie française compétitive, l'usine du futur doit être aussi riche en promesses énergétiques et écologiques. Mais où en sont réellement les entreprises ?

Apparu dans quelques articles il y a une dizaine d'années, le concept d'usine du futur a connu la reconnaissance à grande échelle en 2013 avec la publication en Allemagne du rapport « Industrie 4.0 ». Deux ans plus tard, la vague atteignait la France via la parution du « Guide pratique de l'usine du futur : enjeux, panorama et solutions », édité par la Fédération des industries mécaniques et l'Alliance industrie du futur. *« L'usine du futur y est présentée comme une réponse à plusieurs transitions simultanées : énergétique, écologique, numérique, organisationnelle et sociétale […],* détaille Cyrielle Borde, ingénieure au service Entreprises et dynamiques industrielles de l'ADEME. *Vue de notre fenêtre, l'identification des enjeux énergétiques et écologiques est évidemment une bonne nouvelle... Mais reste à savoir ce qu'il en est réellement sur le terrain. »* À l'été 2016, l'ADEME a entrepris un double travail d'investigation. Le premier a été mené avec le cabinet Deloitte par la réalisation d'un état des lieux des technologies numériques et de leur impact en termes de transition énergétique et écologique (EE). Puis des entretiens individuels d'industriels ont été organisés autour de neuf cas d'usage : fabrication additive, cobotique... – pour apprécier leurs impacts environnementaux mais aussi économiques et sociaux. *« Le bilan s'est révélé relativement maigre avec peu de données chiffrées sur les impacts environnementaux,* reconnaît Cyrielle Borde. *À lui seul, le concept d'usine du futur ne suffit pas à faire grimper les sujets "écologiques" dans l'échelle des priorités, qui reste dominée par les questions de productivité... »* Un constat étayé par le second chantier, mené avec la Fondation Internet Nouvelle Génération (voir page suivante) associée à Télécom ParisTech et à Mines ParisTech. Ce travail collectif a rassemblé des acteurs venus de différents horizons – dont des entreprises – pour identifier les enjeux autour de trois questions : quelle place pour les humains dans l'usine du futur ? Cette dernière sera-t-elle propre ? Et ses produits seront-ils low-tech, durables et réparables ? Cette approche confirme la nécessité d'intégrer la transition énergétique et écologique aux mutations numériques de l'industrie, et ce de manière concomitante avec l'intégration d'aspects sociaux et sociétaux (culture de la donnée, montée en compétence, évolution des postes de travail...)

« *Parmi les axes de travail identifiés,* résume Cyrielle Borde, *l'amélioration des connaissances sur les impacts environnementaux de technologies numériques semble un prérequis ; puis vient la nécessité d'embarquer les entreprises dans une transition numérique durable, que ce soit les acteurs de l'offre numérique (réduction de l'empreinte environnementale de leurs produits) , les industriels ou les financeurs (intégration de critères environnementaux dans les dispositifs existants de soutien à la digitalisation de l'industrie), tout en veillant à accompagner la mutation des emplois (formation). Notre ambition est de faire de l'usine du futur un levier de la transition énergétique.* » Et cela ne pourra se faire qu'en travaillant avec l'ensemble des acteurs (industriels, chercheurs, etc.) et les initiatives qui les structurent comme l'Alliance pour l'industrie du futur.

Plus d'infos :
> **cyrielle.borde@ademe.fr**

© DR

FRANCK MERCIER,
DIRECTEUR EXÉCUTION
PLAN INDUSTRIE DU FUTUR
DE SIEMENS

JACQUES-FRANÇOIS MARCHANDISE,
DÉLÉGUÉ GÉNÉRAL
DE LA FONDATION INTERNET
NOUVELLE GÉNÉRATION

© DR

USINE DU FUTUR : L'ENVERS DU DÉCOR

L'usine du futur sera-t-elle la quatrième révolution industrielle promise ou restera-t-elle une juxtaposition sans réelle finalité de briques technologiques hétérogènes ?

Le digital révolutionne radicalement les modes de production. Mais transition numérique rime-t-elle avec transition écologique ?

Jacques-François Marchandise : C'est clairement la vision que la Fing essaye de promouvoir au travers du programme Transitions2 que nous avons lancé il y a deux ans en partenariat avec de nombreux acteurs dont l'ADEME, Inria[1], ou encore OuiShare. Mais à l'heure actuelle, force est de constater que les convergences entre les deux transitions sont encore modestes, technocentrées et essentiellement motivées par les enjeux de compétitivité. Le travail de cartographie des controverses que nous avons récemment mené avec l'ADEME sur l'usine du futur a révélé un imaginaire encore très fragmenté : on y parle d'usine proche, d'usine propre, d'usine agile. Nous sommes encore très loin d'une vision environnementale globale !

Franck Mercier : Il est important de ne jamais perdre de vue que le premier objectif des entreprises est de produire de la valeur et de la croissance. On ne peut pas attendre des industriels qu'ils lancent des démarches environnementales de grande ampleur sans s'intéresser d'abord aux perspectives économiques associées. Mais pour certaines entreprises, et c'est le cas de Siemens, le volet environnemental de l'usine du futur est bien plus qu'un simple *"nice to have"* ! Notre feuille de route est très claire : à l'horizon 2030 nous voulons être une *"green factory"* neutre en termes d'empreinte carbone.

Au cours de son travail d'exploration, la Fing a relevé la très faible intégration de l'usine du futur dans leurs écosystèmes territoriaux…

J.-F. M. : C'est l'un de nos grands étonnements. Nous n'avons trouvé que peu de témoignages évoquant l'inscription des usines dans leur environnement. Concentrées sur leur projet industriel, elles ont tendance à fonctionner "hors sol" en oubliant de regarder autour d'elles.

F. M. : Pourtant le fait d'être en prise directe avec son territoire peut être source de richesse ! Pour notre site d'Haguenau, en Alsace, nous nous sommes ainsi rapprochés de l'entreprise voisine spécialisée dans l'incinération. Ensemble, nous avons mis au point un dispositif de récupération de la vapeur qui contribue désormais au chauffage de nos bâtiments, avec une économie de 15 % sur nos dépenses d'énergie à la clé.

D'autres pistes de réflexion pour l'avenir ?

J.-F. M. : Je dirais que la confluence entre transition numérique et transition écologique est au moins autant une question de culture que de process et de technologies. C'est sans doute un sujet d'avenir pour l'ADEME.

F. M. : Je pense qu'il faudrait insister sur le rôle primordial que jouent les outils de diagnostic dans les démarches environnementales et en tout premier lieu les plans de comptage énergétique. Sans savoir d'où on vient il est difficile de savoir où on va ! Jusqu'à présent les investissements nécessaires à la mise en place des instruments de mesure était un frein important mais aujourd'hui les technologies IoT permettent de réduire considérablement le budget nécessaire. Sur ce sujet précis, la transition numérique et la transition écologique vont de pair !

1. Institut national de recherche en informatique et automatique

Plus d'infos :
> **jfmarchandise@fing.org**
> **franck.mercier@siemens.com**

En savoir plus :
> **www.transitions2.net**
> **Les études sont consultables sur www.ademe.fr/mediatheque**

ÉLECTRICITÉ : QUAND FLEXIBILITÉ RIME AVEC COMPÉTITIVITÉ

© Benoit RAJAU

Chez Norske Skog Golbey l'effacement est une dynamique collective qui grandit depuis près de 10 ans, grâce à la mobilisation des 325 collaborateurs de l'usine.

Située à Golbey, près d'Épinal, dans le département des Vosges, la papeterie Norske Skog Golbey est aujourd'hui le plus gros producteur de papier journal de l'Europe de l'Ouest. *« Mais nous sommes aussi dans le haut du classement français des consommateurs d'électricité avec 1 terrawatt-heure, soit l'équivalent de la consommation d'une ville de 125000 habitants,* admet Maxime Laurent, responsable du pôle Énergie de l'entreprise. *Deuxième poste de dépense de l'usine, l'énergie représente un coût de plusieurs dizaines de millions d'euros par an. »* Pour Norske Skog Golbey, la question de la flexibilité et de l'effacement s'est posée très tôt *« car nous pressentions que nous avions la possibilité de fournir de la capacité au réseau ».* De fait, dès 2008, la papeterie était retenue aux côtés de cinq autres industriels lors de l'appel d'offres d'effacement lancé par RTE dans le cadre d'une expérimentation d'une année. Dès l'année suivante, après confirmation de l'intérêt d'un tel mécanisme, RTE a organisé un appel d'offres public pour l'ensemble des acteurs industriels. Norske Skog était à nouveau sur les rangs, traitant dans un premier temps en direct avec le gestionnaire du réseau public de transport avant d'opter pour un agrégateur en raison de la complexité des mécanismes de valorisation.

L'EFFACEMENT, PILIER DE LA STRATÉGIE ÉNERGÉTIQUE

« Aujourd'hui, à l'exception de la réserve primaire nous participons à la quasi-totalité des dispositifs proposés : les appels d'offres d'effacement, la réserve complémentaire, la réserve rapide et même l'interruptibilité qui suppose d'être en mesure de couper toute l'alimentation du site en moins de 5 secondes. » Pour Norske Skog Golbey, la flexibilité est devenue au fil des ans une source non négligeable de revenus mais cela ne s'est pas fait en un jour. *« La flexibilité ne s'improvise pas,* souligne Sophie Granju, responsable Performance Énergie. *En termes de puissance comme en termes de durée de disponibilité, il nous a fallu beaucoup travailler pour développer notre capacité d'effacement. »* Cette démarche collective doit beaucoup à l'implication des opérateurs qui sont en première ligne dès qu'une demande survient. Ce sont eux qui arrêtent les lignes de production et qui doivent les redémarrer sans encombre. Ils participent aussi aux arbitrages quotidiens. *« Chaque matin nous faisons le point sur notre planning de charge pour savoir quelles lignes pourraient être stoppées le lendemain sans perturber nos activités,* poursuit Sophie Granju, *et c'est sur cette base que nous plaçons des options pour tel ou tel dispositif de valorisation. Charge ensuite à l'agrégateur de répondre aux demandes de RTE en orchestrant toutes les capacités dont il dispose. »* Si aujourd'hui l'effacement est devenu un pilier essentiel de la stratégie énergétique de la papeterie vosgienne ce n'est pas le seul, comme le souligne Maxime Laurent : *« Notre mot d'ordre, c'est mieux acheter, mieux consommer et consommer moins. Pour nous, ces trois piliers sont indissociables de notre compétitivité mais aussi de nos valeurs de papetier responsable. »*

© Léo-Pol Jacquot

Plus d'infos :
> **maxime.laurent@norskeskog.com**
> **sophie.granju@norskeskog.com**

En savoir plus :
http://norskeskog-golbey.com/

© DR

MARION BERTHOLON,
INGÉNIEURE SYSTÈMES ÉLECTRIQUES INTELLIGENTS, AU SEIN DU SERVICE RÉSEAUX ET ENERGIES RENOUVELABLES DE L'ADEME

FLEXIBILITÉ ÉLECTRIQUE : UN ENJEU D'AVENIR POUR LES INDUSTRIELS

Gros plan sur les dispositifs d'effacement de consommation dans le secteur industriel qui comptent aujourd'hui parmi les principaux leviers de flexibilité pour le système électrique français.

« Parce que l'électricité est difficilement stockable, le réseau électrique doit en permanence être équilibré entre l'offre et la demande. Or, ces dernières années cet équilibre s'avère de plus en plus difficile à maintenir sous l'effet conjugué de fortes pointes de demandes hivernales et d'une offre rendue moins prévisible par la montée en puissance des énergies renouvelables. Le réseau a donc besoin de davantage de flexibilité. Pionnière dans le domaine de la gestion de la courbe charge par le signal tarifaire (avec les tarifs heures pleines/heures creuses puis EJP et Tempo), la France a fait face, au tournant du XXIe siècle, à une décroissance rapide des capacités d'effacement mises à la disposition du système, en particulier en provenance du secteur industriel. Pour inverser la tendance, les pouvoirs publics ont pris de nouvelles dispositions réglementaires qui ont débouché, à la fin de la décennie 2000, sur la structuration de nouveaux mécanismes de valorisation des effacements de consommation. Ceux-ci reposent aujourd'hui essentiellement sur la modulation des procédés industriels dans l'optique de diminuer de manière temporaire l'appel de puissance sur le réseau. La récente étude menée par l'ADEME sur le sujet évalue le gisement technique absolu par modulation de procédés dans l'industrie et le tertiaire entre 6,5 et 9,5 GW. Le gisement technico-économique est cependant plus limité et varie logiquement selon les hypothèses de rémunérations : entre 1,5 et 3,6 GW pour 30 €/KW/an ou inférieur et entre 2 et 5 GW pour 60 €/KW/an et moins. En fonction de différentes caractéristiques telles que la puissance effacée, le délai ou la durée d'activation, RTE a mis en place différents mécanismes de valorisation. Pour les entreprises, l'effacement de consommation représente une opportunité économique via la rémunération de la disponibilité et de la mobilisation de leurs capacités et donc un levier de compétitivité non négligeable. La réflexion sur le sujet effacement nécessite dans un premier temps une démarche d'analyse permettant une optimisation de la consommation sur la durée. Bien sûr, la mise en place de ces dispositifs entraîne de la part des entreprises la levée de contraintes organisationnelles et culturelles liées à leur activité, les contraintes purement techniques étant elles souvent plus faibles. Le développement des effacements apportent cependant de belles perspectives : en 2030, le bénéfice collectif lié à l'effacement industriel et tertiaire est estimé à 176 millions d'euros annuels[1]. La flexibilité est une problématique d'avenir, et les entreprises industrielles, quelle que soit leur taille, ont tout intérêt à s'y intéresser dès maintenant !

1. www.ademe.fr/valorisation-socio-economique-reseaux-electriques-intelligents

L'UIC PUBLIE UN PREMIER GUIDE PRATIQUE DE L'EFFACEMENT

Les offres de service associées à la flexibilité de la consommation électrique sont encore largement méconnues par les industriels qui hésitent à se lancer dans des démarches qu'ils jugent complexes, chronophages et économiquement incertaines. Pour aider ses adhérents à saisir les opportunités de l'effacement de consommation, l'Union des industries chimiques a publié en décembre 2016 un guide pratique intitulé *Flexibilité de consommation électrique (Effacement)*, premier ouvrage consacré à ce sujet par une organisation interprofessionnelle. Au sommaire : des conseils pour l'établissement d'un profil de consommation, un "pas à pas" sur la mise en pratique de la flexibilité, la présentation des différents mécanismes d'effacement et de nombreux retours d'expérience.

En savoir plus :
> **http://uic.fr**
> **www.ademe.fr/effacement-consommation-electrique-france**

Plus d'infos :
> **marion.bertholon@ademe.fr**