

## **Industrie et grande distribution : sociologie de l'efficacité énergétique**

Bénédicte Ballot-Miguet\*, Florence Bui-Vivan\*,  
Jean-Pierre Durand\*\*, Lucie Goussard\*\*,  
Sébastien Petit\*\*, Guillaume Tiffon\*\*

@ 92444

***Les secteurs de l'industrie et de la grande distribution sont investis, depuis de nombreuses années déjà, dans la performance énergétique. Pourtant, le taux d'équipement en solutions énergétiquement efficaces est très inférieur au potentiel. Par le biais d'une enquête qualitative, nous avons identifié les freins et les leviers à la mise en place de solutions efficaces. Ce travail doit permettre aux industriels et aux grandes surfaces de se repérer par rapport à des profils types et d'agir efficacement en fonction de leurs propres atouts et marges de manœuvre.***

### **1. Introduction**

Le contexte énergétique mondial actuel a conduit à de nombreuses recherches, actions politiques et publiques sur l'efficacité énergétique. Malgré les efforts accomplis depuis deux décennies [de Béthencourt, 2013], les ingénieurs experts en efficacité énergétique qui agissent sur les terrains industriel et commercial lors d'audits énergétiques et qui préconisent des solutions éco-efficaces [Ballot-Miguet, 2016a, 2016b, 2019] font cependant le constat que de nombreuses solutions d'efficacité énergétique mises en place dans ces secteurs ne sont pas à la hauteur des gisements estimés [Thollander, 2013]. La plupart de ces solutions, simples et rentables, ne sont que peu déployées. Ces solutions ont pourtant été éprouvées technologiquement et sont souvent associées à des dispositifs d'aide financière [Ballot-Miguet, 2010]. Elles restent cependant perçues, dans le secteur économique, comme des innovations. Les experts remarquent également une faible

adhésion des industriels, particulièrement les opérateurs, à l'audit énergétique. Enfin, ils ont également observé que les « bonnes habitudes se perdent », c'est-à-dire que lorsque des solutions d'efficacité énergétique sont mises en place mais qu'elles nécessitent des actions dans le temps, ces actions ne se font plus, passé un certain laps de temps.

Les sciences sociales permettent d'appréhender les problématiques de transition énergétique. Jusqu'à présent, elles ont investi les pratiques de consommation énergétique des ménages et les mécanismes des politiques énergétiques publiques. Sous l'impulsion du Grenelle de l'environnement, des recherches et études sont conduites sur les bâtiments innovants. L'industrie reste un domaine peu investi. En sociologie, deux approches traitent de l'innovation technologique. D'un côté, la sociologie de l'organisation du travail [Vinck, 1999; Cihuelo, 2009; Goussard, 2013] et des identités de métiers [Osty, 2008] dans l'ingénierie et la recherche industrielle. D'un autre côté, la sociologie de l'innovation [Rogers, 1962; Akrich,

\* EDF R&D.

\*\* Université d'Évry (cf. biographies p. 87-88).

1988a et b; Alter, 1990 et 1993; Yates, 1994; Flichy, 1995 et 2001; Mallein, 1994] place au cœur de sa réflexion les processus qui mènent de l'invention à l'innovation, mais ne traite pas directement de la question de l'innovation dans le travail, quand les destinataires ne sont pas des clients mais des salariés, qui doivent adapter leurs manières de travailler aux innovations techniques et organisationnelles mises en place par les directions d'entreprise. La présente étude se situe au carrefour de ces deux champs. Elle questionne la spécificité des processus de diffusion, d'intéressement et d'appropriation de l'innovation quand celle-ci est implantée dans une organisation et non sur un marché [Durand, 2014]. Elle cherchera à saisir dans quelle mesure l'innovation est contradictoire, ou au contraire en adéquation, avec les pratiques professionnelles des salariés. Avec quel niveau de coercition ou de négociation est-elle mise en œuvre? Quelles résistances ou contournements suscitent l'appropriation? Enfin, comment l'innovation transforme-t-elle le travail, l'autonomie, la qualification des employés?

EDF R&D et le Centre Pierre Naville, laboratoire de Sociologie de l'Université d'Évry Paris-Saclay se sont associés dans le cadre d'une étude qualitative pour tenter de répondre à la question suivante : le sous-équipement en solutions d'efficacité énergétique dans l'industrie et la grande distribution serait-il dû à des causes comportementales?

Cette étude a pour objet de repérer les freins et les leviers à la mise en place de solutions d'efficacité énergétique. Elle présente tout d'abord un constat de terrain sur l'occurrence des différentes techniques d'efficacité énergétique utilisées sur sites. Elle propose ensuite une cartographie des entreprises investiguées et une définition de 5 types d'entreprises. Elle identifie ensuite les freins à la mise en place de solutions d'efficacité énergétique dans l'industrie et la grande distribution, en les classant par ordre d'importance. Enfin, elle recense les leviers de l'efficacité énergétique, qu'ils soient institutionnels, organisationnels ou économiques.

## 2. Méthodologie

Cherchant moins à mesurer le phénomène qu'à le comprendre, l'étude repose sur une enquête sociologique qualitative. Cette démarche permet de saisir les représentations et les pratiques des enquêtés et à leur donner sens, en les situant dans les trajectoires sociales de ces derniers et dans les contextes objectifs au sein desquels ils évoluent. Elle vise ainsi à appréhender les mécanismes de construction des perceptions et des comportements des individus à partir d'une analyse approfondie des discours et se base sur un échantillon dont la taille est nécessairement moins importante que dans les enquêtes quantitatives, par questionnaires, déployées à une plus grande échelle.

L'enquête mobilise par ailleurs deux outils de collecte de matériaux empiriques :

- des entretiens d'une à deux heures, le plus souvent de type semi-directif laissant de larges possibilités de réponse aux enquêtés; certains entretiens ont été plus informels, car réalisés sur les installations elles-mêmes, ou bien en fonction des disponibilités des interviewés;
- des observations directes sur plusieurs sites industriels de production, permettant notamment un examen des installations et des *process*.

Les chercheurs se sont rendus sur 21 sites appartenant à 15 entités différentes, indiquées dans le Tableau 1. Celles-ci se situent pour la plupart dans le secteur industriel (automobile, aéronautique, papier, pharmacie, alimentaire, vétérinaire, bois...) et dans la grande distribution. Les structures étudiées sont aussi bien des petites et moyennes entreprises dédiées à un marché local que des entreprises appartenant à d'importants groupes industriels (privés ou publics), voire à des multinationales. Parmi les 21 sites, on trouve également des sociétés prestataires (installateurs d'équipements, maintenance ou sociétés de services), ainsi que des entités d'EDF et de ses filiales offrant des services énergétiques. Pour obtenir ces 21 sites, 40 sites avaient été proposés par des experts et des vendeurs d'EDF Commerce. Les sites

## EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Pseudo entreprise	Secteur	Taille du groupe	Taille du site
Airméca	Mécanique	> 20 000 personnes	10 000
Froidméca	Mécanique, maintenance	800	10
GDL	Grande distribution	85 000	50
GDI	Grande distribution	145 000	50
Ener-D	Services énergétiques	> 10 000	10
Parfasent	Parfumerie		160
Parfacrème	Parfumerie	> 600 en France > 20 000 dans le monde	>200
Ener-E	Services énergétiques	> 150 000	20
Agro	Agro-alimentaire	130	130
Ener-G	Services énergétiques	120	120
Parfalim	Parfumerie	> 20 000 dans le monde	100
Avméca	Mécanique	> 200 000	1 <sup>er</sup> site : 100 2 <sup>e</sup> site : 1 000
Médecipil	Pharmacie	> 20 000	> 700
Logibon	Logistique		150
Mécamob1 Mécamob2	Mécanique	170 000 dans le monde	1 <sup>er</sup> site : 7 500 2 <sup>e</sup> site : 1 400
Matbois	Matériaux	> 4 500 dans le monde	350
Logifrais	Logistique	60 000	> 200
Matpin	Matériaux	3 000	> 300
Pharmane	Pharmacie	5 000	1 100

**Tableau 1. Profil des entreprises enquêtées (les noms ont été changés)**

proposés étaient jugés « attirés par la démarche », donc ouverts à l'efficacité énergétique. Ici réside ainsi un biais dans l'échantillonnage, qui ne comporte pas d'entreprises a priori réfractaires vis-à-vis de ce type d'approche.

Plus de 70 entretiens ont été conduits avec des cadres fonctionnels (responsable de site, de la qualité, *energy manager*...), des cadres de proximité (chef d'unité ou d'agence, chef d'équipe...), des cadres commerciaux, des techniciens (de production, de maintenance ou de qualité) et des opérateurs (voir Tableau 2).

Un guide d'entretien commun à l'ensemble des enquêteurs a été utilisé en support.

Enregistrés et retranscrits, ces entretiens ont fait l'objet d'une analyse de contenu. À partir d'une grille d'analyse commune, les chercheurs ont ensuite confronté les données issues des entretiens aux notes d'observation collectées pour rédiger une monographie par entreprise rencontrée. C'est à partir de ces monographies qu'a été construit le diagnostic de l'étude.

<i>Energy manager</i> (ou Référent énergie) (4)	Responsable maintenance et travaux neufs
Pilote énergie site	Responsable maintenance curative
Pilote énergie usine	Technicien de maintenance (4)
Correspondant énergie de site	Opérateurs de maintenance
Assistant de l' <i>energy manager</i>	Technicien qualité
Responsable ingénierie et fluide (2)	Responsable qualité
Chef d'équipe au service énergie	Chef d'équipe (5)
Chef de projet énergie	Responsable de production (2)
Ingénieur d'affaire en efficacité énergétique	Conducteur de machine
Responsable d'une société de services énergétiques	Opérateur
Manager de la performance	Chef de groupe
Chef de section patrimoine (2)	Chef de division production
Responsable HSQE (2)	Directeur d'une unité de production
Directeur de magasin	Mécanicien (2)
Responsable d'agence	Technicien de quart (2)
Responsable d'une société de sous-traitance	Technicien (2)
Responsable technique site	Agent de maîtrise Instrumentation-Électricité
Responsable du bureau d'études	Agent de maîtrise atelier mécanique
Directeur développement durable	Directeur technique d'usine
Responsable moyens généraux	Responsable d'exploitation
Acheteur au département performances	Contremaître
Acheteur	Commercial
Responsable ingénierie	Expert technico-commercial
Assistant amélioration continue	Chef de produit
Responsable maintenance (5)	

**Tableau 2. Profils des enquêtés (et nombre de personnes enquêtées ayant ce profil)**

### 3. Constat : les technologies Éco-Efficaces appliquées actuellement

Nous dressons ici la liste des solutions d'efficacité énergétique qui étaient déjà appliquées sur les sites lorsque nous les avons visités. Ces solutions sont classées par ordre d'occurrence croissante.

La plupart des sites visités ont ajouté des compteurs d'énergie sur leur *process* et/ou leurs utilités. Néanmoins, on peut mentionner 2 phénomènes : i) le sous-comptage n'est jamais

exhaustif, il est sélectif (tous les bâtiments et toutes les utilités ne sont pas équipés), et ii) l'analyse du comptage est rarement faite.

Les variateurs de vitesse sont connus et acceptés. Ils sont placés de préférence sur les compresseurs d'air, puis sur les pompes et enfin sur les compresseurs frigorifiques (mais neufs de préférence). On note aussi l'utilisation de moteurs performants. On remarque cependant quelques exemples de non utilisation, en raison de moteurs trop anciens ou de temps de retour sur investissement trop important, voire de méconnaissances techniques.

Sur les chaudières, l'action prédominante est le calorifugeage (que ce soit des points singuliers ou du réseau de chauffage), puis ont été cités le remplacement de chaudières anciennes par des chaudières neuves performantes, et l'action sur la régulation de la pression, ou de la température utile.

Beaucoup d'actions sont effectuées sur la régulation, et elles sont très diverses car elles interviennent sur de nombreux matériels (machines-outils, compresseurs d'air, ventilateurs de tours, chauffage) et sur de nombreux paramètres : temps de fonctionnement (veille sur les machines et les utilités), pression et température.

Sur l'air comprimé, la recherche de fuites ressort souvent des audits réalisés par les industriels. Plusieurs industriels abaissent la pression dans le réseau.

Concernant la production de froid, la Haute Pression (HP) flottante est plutôt méconnue, rarement mise en œuvre et souvent désactivée. La Basse Pression (BP) flottante n'est pas utilisée. Des cas de *free cooling* ont été rapportés, ce qui est intéressant car il ne bénéficiait pas, au jour de l'enquête, de CEE (Certificats d'Économie d'Énergie) et est souvent coûteux (tout le contraire de la HP flottante). Sur le *process*, on observe l'installation de systèmes de fermeture (portes) sur les meubles frigorifiques de vente en supermarchés et la mise en place de doubles portes dans les chambres froides.

La récupération de chaleur se voit plutôt sur les compresseurs d'air, ou sur le *process*.

Enfin, il est important de noter que les mauvaises pratiques sont dues au manque de connaissances, à l'habitude, ou à de la sur-sécurité.

Sur le bâti, l'éclairage par LED (*Light-Emitting Diode* ou Diode Électroluminescente) est très souvent utilisé, ainsi que divers systèmes de régulation (minuterie, détecteurs de présence).

Le parc de bâtiments est souvent ancien et non isolé. Aucun industriel n'investit dans l'isolation des bâtiments. Par contre, ils sont plusieurs à investir dans le remplacement des fenêtres et de portes automatiques, dans l'installation de déstratificateurs d'air, ou de chauffage radian par poste. Ils sont également plusieurs à contrôler l'extinction des lumières, PC et chauffage en fin de journée. Les utilisateurs sont nombreux à faire usage de convecteurs additionnels. Aucun des interviewés n'utilise le terme «GTB» (Gestion Technique du Bâtiment), néanmoins, nombre d'entre eux disposent de divers compteurs (eau, électricité...) sur plusieurs de leurs bâtiments.

Plusieurs industriels ont investi dans des véhicules électriques, parfois aidés par des subventions.

En résumé, les opportunités technologiques d'améliorations les plus rencontrées, sont, par ordre d'occurrence :

### **Sur les utilités et le *process* :**

La mise en place de compteurs, la variation électronique de vitesse (VEV), les actions sur les chaudières, les actions de régulation du *process* et des utilités, les actions sur l'air comprimé, sur le froid et enfin la récupération de chaleur.

### **Sur le bâti :**

Les LED sont très utilisées. Les compteurs d'énergie par bâtiment sont utilisés, mais les GTB ne sont pas mentionnées. Aucune action d'isolation de bâtiments tertiaires existants n'est mise en œuvre, mais des remplacements de fenêtres, et la mise en place de portes isolantes intérieures.

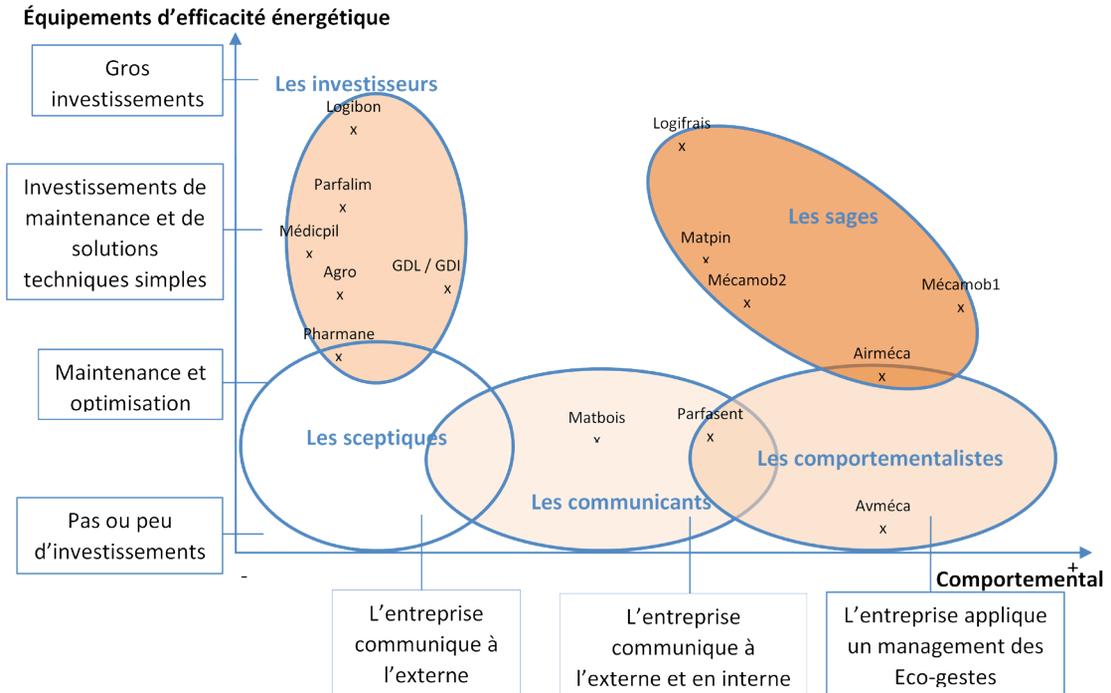


Figure 1. Cartographie des entreprises enquêtées et proposition de typologie

#### 4. Cartographie des entreprises investiguées

L'enquête révèle que les politiques d'efficacité énergétique appliquées par les industriels et la grande distribution se déploient dans deux directions :

- l'une concerne l'optimisation, la maintenance et le renouvellement des équipements ;
- l'autre consiste à agir sur les comportements en déployant une politique de sensibilisation des salariés aux questions d'efficacité énergétique et, en particulier, aux éco-gestes.

En croisant ces deux variables, la Figure 1 permet d'établir une cartographie des entreprises étudiées et d'identifier 5 manières types de s'engager dans une démarche d'efficacité énergétique :

- celle des sceptiques ;
- celle des communicants ;
- celle des comportementalistes ;
- celle des investisseurs ;
- et, enfin, celle des sages.

Il est important de noter que les entreprises les plus engagées dans une démarche d'économie d'énergie ne sont pas forcément celles qui ont le plus de moyens (taille ou appartenant à un grand groupe), ou pour lesquelles le poids relatif des consommations d'énergie dans l'ensemble des coûts de production est le plus important.

##### 4.1. Les sceptiques

Le cas des sceptiques renvoie aux entreprises qui hésitent et tardent à investir dans le renouvellement de leurs équipements. L'autre caractéristique de ces entreprises est de ne pas,

ou peu, chercher à sensibiliser leurs salariés aux économies d'énergie et, notamment, aux éco-gestes. Si certaines d'entre elles mettent parfois en place une communication externe, cette dernière n'est alors pas suivie de faits, à travers l'instauration de dispositifs cherchant à amener les salariés à adopter des comportements plus économes. Bien que la plupart des entreprises investiguées dans le cadre de cette étude ne rentre pas dans cette catégorie, ce cas a souvent été évoqué, notamment par les mainteneurs rencontrés, et tout porte à croire que ce type d'entreprises, peu engagées dans une démarche d'efficacité énergétique, soit particulièrement important et sous-représenté dans l'étude.

### 4.2. Les communicants

Le deuxième cas typique est celui des communicants. Il renvoie aux entreprises qui, comme les sceptiques, investissent peu dans la modernisation de leurs équipements. À la différence des sceptiques, elles «investissent» toutefois dans leur image et s'évertuent à tout mettre en œuvre pour être perçues comme des entreprises «vertes» et soucieuses de l'environnement, que ce soit en externe, via des campagnes de publicité, ou en interne, à l'égard de leurs salariés. Cette stratégie peut vite se retourner contre elles et avoir des effets pervers quand les salariés y voient un effet d'affichage et critiquent le décalage qu'il peut y avoir entre l'image que l'entreprise veut donner d'elle-même et les choix qu'elle opère, concrètement, en matière d'économie d'énergie.

### 4.3. Les comportementalistes

Comme les communicants, les comportementalistes soignent leur communication et investissent peu dans le renouvellement de leurs équipements. À la différence de ces derniers, ces entreprises mettent cependant en place un certain nombre de dispositifs pour sensibiliser leurs salariés aux économies d'énergie et les inciter à adopter des comportements plus économes, que ce soit au niveau du tertiaire (comme éteindre la lumière en sortant d'une pièce) ou du *process*, à travers des procédures

d'arrêt des machines. Dans certaines entreprises, cette politique de sensibilisation aux éco-gestes est même intégrée dans des dispositifs d'évaluation des salariés, via des jeux et des systèmes de récompenses pour les salariés les plus investis et pro-actifs dans cette recherche d'économie d'énergie.

### 4.4. Les investisseurs

À l'inverse des communicants et des comportementalistes, les investisseurs sont ceux dont l'engagement dans l'efficacité énergétique passe avant tout par l'optimisation et la modernisation des équipements — et non par la communication et le comportement des salariés. Ce type d'engagement suppose toutefois une connaissance précise des consommations d'énergie et la création, en interne ou en externe, d'un poste d'*energy manager* qui a suffisamment de poids dans la hiérarchie de l'entreprise pour parvenir à convaincre les directeurs financiers de l'intérêt d'investir dans le renouvellement de telle ou telle machine.

### 4.5. Les sages

Enfin, le cinquième et dernier type d'entreprises rencontrées est celui des sages. Ces dernières ne se distinguent pas des investisseurs par la façon dont elles gèrent leurs investissements, qui est assez comparable et bute sur les mêmes difficultés, mais par le fait de combiner ce type d'investissements avec une politique de sensibilisation et de mobilisation des salariés sur les questions énergétiques et, notamment, les éco-gestes. Pour le dire autrement, ce qui caractérise ce type d'entreprises, ce n'est pas le fait d'avoir une meilleure gestion des investissements que les investisseurs ou de mieux mobiliser les salariés sur les questions énergétiques et les éco-gestes que les comportementalistes, mais de se trouver au carrefour de ces deux manières très différentes de s'engager dans une démarche d'économie d'énergie.

### 5. Freins

Le déploiement des politiques et des démarches d'efficacité énergétique relève du parcours du combattant pour tous les acteurs. Ceux-ci se heurtent à des freins de multiples natures qui vont compromettre les décisions d'efficacité énergétique et en réduire significativement la portée. Le dépouillement des entretiens a permis d'identifier les différents freins partagés par les acteurs rencontrés.

Les entreprises combinent à des degrés divers les différentes familles de freins exposées ci-dessous. Les entreprises qui peinent à investir pleinement une telle démarche cumulent à des niveaux élevés ces différents handicaps : la crainte d'investir et d'altérer la production, la frilosité de la direction, des lacunes en termes de compétences.

À l'opposé, les entreprises les plus avancées dans cette démarche se caractérisent par un positionnement managérial soutenu et ambitieux associé à des investissements plus conséquents ainsi que davantage de moyens donnés aux équipes d'efficacité énergétique.

#### 5.1. Freins financiers et économiques

Les principaux freins à la mise en œuvre d'une démarche d'efficacité énergétique, tous acteurs et entreprises confondus, sont d'ordre financier.

- Priorisation des investissements : les investissements d'efficacité énergétique sont loin d'être prioritaires. La sécurité, le curatif et la production passent en premier. S'il reste du budget, l'efficacité énergétique peut être évoquée.

- Le temps de retour sur investissement (TRI) est déterminant dans le processus décisionnel. L'investissement dans des équipements plus performants énergétiquement ne sera accepté que si le TRI est court (2 à 3 ans) :

*«Aujourd'hui, 2 ans, ils trouvent que c'est raisonnable et au-delà de 4 ou 5 ans, ils disent*

*est-ce que tu as vraiment besoin de le faire?»*  
(Directeur de production)

*«On ne travaille que quand on est sur des paybacks très, très courts. Le schéma classique, c'est trois ans.»* (Ingénieur en services énergétiques)

- Le faible prix de l'énergie incite peu à investir dans des démarches d'efficacité énergétique. En outre, dans le prix de revient du produit fini, le coût de l'énergie reste très inférieur aux coûts des matières premières et à celui de la main-d'œuvre :

*«Aujourd'hui, ce qui coûte le plus, c'est la main-d'œuvre, ce n'est pas l'énergie. Moi, j'avais calculé pour [le service] mécanique, [l'énergie] ce n'est même pas 1 centime de leur taux horaire.»* (Référént énergie)

#### 5.2. Freins « organisation et métiers »

L'autre catégorie de freins qui constitue un blocage au déploiement des politiques d'efficacité énergétique se trouve nichée au cœur des métiers et de l'organisation.

- Priorité à la production : la culture et les valeurs de la production (performance industrielle) s'opposent à celles de l'efficacité énergétique.

*«C'est la pression opérationnelle : on sort le produit et on s'occupe que du produit, on s'occupe plus de l'environnement.»* (Chef de division de production)

*«L'optimisation énergétique, c'est la cerise sur le gâteau. Un industriel, lui, il a une production à assurer d'abord.»* (Responsable services énergétiques)

- Des univers de travail sous forte pression : dans les entreprises étudiées, les univers de travail fortement contraints tant au niveau de la production (productivité, délais, sécurité, qualité) que de l'organisation (cadences et charges de travail, réduction des effectifs) nécessitent un engagement plus soutenu des opérateurs. La démarche d'efficacité énergétique tend à être perçue comme une pression supplémentaire qui ne relève pas du cœur de métier.

« On pourrait récupérer la chaleur des compresseurs pour chauffer de l'eau sanitaire, pré-chauffer l'eau de la chaudière. Je garde ça dans un coin de ma tête, pour quand j'aurai plus de temps. » (Responsable travaux neufs)

« On a tellement de contraintes, en fait, dans notre milieu, que si, en plus, on doit rajouter dessus la contrainte énergétique, je pense que ça deviendrait, vraiment, encore plus compliqué. » (Opérateur de maintenance)

- Des opérateurs, ingénieurs, directeurs de production peu formés, peu informés et peu convaincus des potentialités des dispositifs d'efficacité énergétique : si les entreprises informent et sensibilisent les acteurs de la chaîne de production (opérateurs, ingénieurs, directeurs) aux économies d'énergie, ces derniers ne disposent pas toujours des connaissances pour agir et donc ne sont pas toujours convaincus du bien-fondé de la démarche.

« Combien de temps faut-il pour arrêter les moyens et combien de temps faut-il pour les redémarrer. Si je prends 2 heures d'une personne pour arrêter et redémarrer de telle manière pour être sûr que ça fonctionne, peut-être que l'enjeu, il n'y est plus. La machine consomme tant de kilowatts pendant x heures dans l'année. Ça va représenter une dépense supplémentaire de y et de l'autre côté, pour faire l'arrêt, il va falloir investir. Ça a du sens ou pas, je suis incapable de le dire. » (Directeur de production)

### 5.3. Faible ancrage des politiques énergétiques

On observe beaucoup de bonne volonté pour la mise en place de stratégies de l'efficacité énergétique. Malheureusement les acteurs de l'efficacité énergétique se heurtent à des freins en lien avec cette stratégie et les moyens associés. Ces freins impactent considérablement le déploiement des mesures d'efficacité énergétique. Celles-ci manquent alors de support et de légitimité pour s'ancrer dans les organisations, faire sens et se diffuser auprès des collectifs de travail. Les entreprises ISO 50001 n'échappent pas à ces difficultés.

- Les équipes ou les acteurs investis dans l'efficacité énergétique ont une faible légitimité.

« Le pôle énergie n'a pas l'image que je souhaiterais qu'il ait. On n'a pas les moyens de faire les choses. » (Energy manager)

- Ils disposent de marges d'action réduites (temps, formation, budget) pour mener à bien une telle démarche.

« Le point qui m'avait un peu déçu à cette époque-là, c'est qu'on nous a dit : débrouillez-vous. On ne nous a pas donné de moyens. On nous a dit : économisez. On s'attendait à ce que des spécialistes, des experts, viennent en nous donnant une liste de tout ce que vous pouvez faire, des bonnes pratiques, et on regarde ce qu'on peut faire. Non, non, c'était, plutôt : débrouillez-vous. » (Pilote énergie)

- Poussées par des injonctions réglementaires et/ou par une volonté d'optimisation des coûts de production, les directions s'engagent dans une démarche d'efficacité énergétique mais elles restent spectatrices et pas toujours volontaristes. Elles se positionnent avant tout dans une minimisation des coûts économiques, sociaux et techniques.

- Les acteurs de la maintenance (interne ou externe) sont positionnés sur la continuité de service des équipements industriels et investissent peu l'efficacité énergétique, même s'ils s'y sont engagés en signant la politique énergétique du site. L'organisation en place relève d'une gestion de l'urgence qui laisse peu de place à un travail de prospective et d'analyse du fonctionnement des installations. De plus, il y a un manque général de compétences et de formation en efficacité énergétique des techniciens sur ce sujet. Lorsque cette dimension est investie, il s'agit davantage de bricolage et réglages empiriques sur la base d'initiatives personnelles et/ou locales.

« Là, sur le site dont je vous parle, je sais que j'ai un truc, mais je vois pas trop comment m'y prendre. J'ai pas suffisamment de connaissances... et je n'ai pas pris le temps, déjà, d'approfondir un petit peu le truc... Mais y a quelque chose à faire! Les gens de la maintenance,

*ils sont un petit peu concernés par l'efficacité énergétique, mais ils sont quand même assez submergés par les fonctionnements en chaîne. Il faut que ça produise.»* (Technicien)

- Plus particulièrement, pour les sociétés de maintenance, l'efficacité énergétique n'est pas un but en soi, mais un modèle d'affaire qu'il faut valoriser et vendre au client par le biais de contrats rémunérateurs. Un sous-traitant ne fera pas de gestes d'efficacité énergétique si le contrat ne le prévoit pas, car ce n'est pas rentable au regard du coût de l'heure de maintenance.

*«Et le mainteneur, s'il voit une grosse source d'économie, un potentiel chez un client, que ce soit le froid, que ce soit sur la vapeur, n'importe quel domaine, qu'il n'a pas proposé pendant 4 ou 5 ans, il proposera un contrat avec un engagement de résultat, un CPE (contrat de performance énergétique) sachant par avance sur quoi il va agir pour obtenir ces résultats mais il ne va travailler qu'à partir du moment où le client aura signé un contrat type CPE.»* (Chef de projet services énergétiques)

### 5.4. Frein comportemental

Ce frein est fortement présent au sein des entreprises, dans les bureaux et dans les ateliers de production. Malgré un consensus social sur le principe (citoyens responsables), il y a un décalage entre les discours et les actions. Les managers observent fréquemment une désinvolture des salariés, sur leurs lieux de travail, à l'égard de l'usage de l'énergie en termes d'éco-gestes au quotidien pour prévenir les consommations inutiles : des lumières qui restent allumées, des chauffages en marche en cas d'absence, des portes/fenêtres ouvertes malgré la clim, etc.

*«Quelqu'un qui laisse une lumière allumée dans un bureau c'est infâme, mais quelqu'un qui laisse une porte isotherme ouverte alors qu'il fait très chaud dehors c'est des kWh qui passent par la fenêtre, ou quelqu'un qui ouvre la fenêtre quand il y a la clim, je le vois tous les jours.»* (Responsable technique)

Le personnel le plus motivé peut se trouver freiné si ses conditions de travail sont détériorées, ou si la démarche d'efficacité énergétique implique des tâches supplémentaires.

*«[On nous demande de mettre l'ordinateur en veille à chaque fois que l'on sort du bureau.] Je le fais pas. Non, il se met en veille tout seul. Ah, je le fais pas, je vous le dis franchement. Tout le temps, retaper le mot de passe, pffff, c'est contraignant.»* (Chef d'équipe)

### 5.5. Freins technologiques : équipements et outils de suivi des consommations

Enfin, la dernière famille de freins a trait aux équipements industriels et aux outils de suivi qui constituent des contraintes matérielles impactant les capacités concrètes d'action en matière d'efficacité énergétique.

- La démarche d'efficacité énergétique vient percuter des contextes d'usage des équipements industriels stabilisés et maîtrisés. Les outils d'efficacité énergétique ne sont pas ajoutés sur des équipements existants en raison des craintes de dérèglement des systèmes techniques. Par ailleurs, en cas de modification des équipements, les entreprises continuent à croire qu'elles s'exposent à la perte de la garantie du constructeur (mais si elles exploitent elles-mêmes un équipement au-delà des quelques années de garantie constructeur (parfois un an seulement), l'équipement n'est plus garanti). Enfin, le modèle d'affaire des fabricants de matériel s'oppose à celui de l'efficacité énergétique porté par les services d'étude et d'ingénierie interne et/ou externe : les fabricants préfèrent vendre du matériel neuf performant plutôt que d'améliorer un matériel.

- Les entreprises manquent d'outils de synthèse et de méthodologie d'analyse des données de consommation. Elles disposent d'outils/dispositifs de suivi plus ou moins élaborés, leur apportant une vision globale des consommations, mais ne leur permettant pas toujours de comprendre comment l'énergie est concrètement utilisée.

*«On a un problème d'affectation des énergies dans l'usine. On sait très bien mesurer tout*

ce qu'on consomme au niveau central. Par contre, qui consomme quoi dans l'usine, là, c'est la brasse coulée.» (Manager Performance)

- À cela s'ajoute un déficit de temps, de compétences et de méthodologie dans l'exploitation et l'interprétation des données.

*«Il faut réfléchir, analyser où on consomme le plus, mais on ne peut pas, donc ce n'est pas fait. On est noyé par tous ces indicateurs.»* (Ingénieur)

- On note également un manque d'outils d'évaluation des potentiels d'économies d'énergie côté étude et ingénierie de l'efficacité énergétique, outils qui permettent de calculer précisément le taux de retour sur investissement et les économies d'énergie susceptibles d'être réalisées à partir d'un scénario de référence, «toutes choses égales par ailleurs».

*«Pour nous, ce n'est pas évident d'estimer le gain exact. Ce n'est pas si évident pour nous, en amont, les diagnostiqueurs, les gens qui trouvent les économies d'énergie.»* (Chef de projet services énergétiques)

### 6. Dispositifs existants et potentiels rencontrés

En dépit des freins qui ont été énoncés au paragraphe précédent, de nombreux dispositifs d'éco-efficacité énergétique sont déployés dans les entreprises enquêtées. Examinons à présent les ressorts des actions engagées et des potentiels rencontrés.

#### 6.1. L'implication des dirigeants

L'implication de la sphère décisionnaire constitue sans conteste le levier le plus déterminant du déploiement d'une politique éco-efficace. La plupart des agents de maintenance, des *energy managers* et des responsables Qualité le disent : sans engagement de l'équipe de direction, rien ne peut être accompli. L'ISO 50001 l'a bien compris puisqu'elle exige cet engagement.

*«C'est une implication qui part d'en haut et qui est déployée ensuite en bas, mais toujours*

*avec l'aval du haut, sinon on ne peut rien faire.»* (Technicien de maintenance).

Cet engagement tient à des ressorts variés. Dans le type minoritaire des entreprises «sages» (cf. typologie), il est avant tout lié aux convictions politiques des dirigeants qui dépassent parfois le seuil de l'entreprise.

*«Toute cette mise en œuvre tient à des personnes et à leurs convictions et d'ailleurs je l'applique aussi pour moi! Chez moi j'ai un chauffe-eau solaire, des panneaux solaires. C'est des détails, mais multipliés par 300 000 foyers vous allez voir la différence : au lieu de faire tourner deux réacteurs nucléaires, vous n'en ferez tourner plus qu'un. En matière de consommation énergétique, il va falloir lever le pied, sinon on n'arrivera pas au bout. Le gaspillage est phénoménal!»* (Responsable technique multisites)

Le déterminant le plus récurrent de l'engagement des décisionnaires tient à leur volonté de réduire le coût des consommations. Les questions relatives aux économies d'énergie répondent avant tout à des préoccupations financières.

*«Quand un client parle de plan de progrès, c'est du budget. Pour rendre rentable l'industrie, il faut consommer moins. Il y a vraiment une logique financière.»* (Responsable d'équipe services énergétiques)

*«Tous les efforts que l'on fait sur l'énergie, ça se traduit directement sur la facture énergétique et donc sur l'EBIT de la société.»* (Energy manager)

*«La direction est liée à la finance. Ce qui leur importe, c'est faire des économies d'argent.»* (Responsable maintenance)

Et ces préoccupations sont telles que la très grande majorité a pour objectif premier de faire des économies d'énergie à investissement nul, même s'ils sont conscients que ce ne sont pas les actions les plus efficaces.

*«Il faut jouer sur ce qui coûte pas cher. Donc le comportement des personnes, mais avec un résultat mitigé.»* (Correspondant énergie du site)

*«Le premier tiers [des économies peut être atteint par] le comportement, à zéro investissement ou peu. Par exemple arrêter les chaudières maintenues en pression.»* (Responsable énergie et fluides)

De manière générale, la finalité des dirigeants n'est pas de s'inscrire dans une démarche d'efficacité énergétique pour orienter la communication de l'entreprise vers un positionnement écologique et redorer ainsi son image auprès de ses partenaires, ses salariés, ou ses clients. La stratégie des «communicants» (cf. typologie) apparaît donc moins comme un objectif premier que comme l'avantage collatéral d'une politique générale de maîtrise des coûts.

*«S'il n'y a que 30 000 euros d'investissement et que derrière, je réduis ma facture de 10 %, je prends. À partir du moment où je peux faire des économies, je prends. C'est une question de coûts avant tout. Et si on peut avoir une conduite responsable vis-à-vis de l'environnement, pourquoi pas, c'est encore mieux. On n'est pas des écolos dans l'âme, mais si ça peut nous éviter de dépenser des sous, ça nous intéresse. Et derrière, on peut valoriser la démarche environnementale en interne.»* (Directeur d'entité)

*«Ici, c'est les euros qui comptent. C'est pas seulement de l'efficacité par rapport à la responsabilité sociale et environnementale. On fait pas ça. C'est très pragmatique, chez nous. Comme chez tous les industriels, c'est les euros qui comptent, à la fin. C'est pas l'idéologie qui prime.»* (Pilote énergie du site)

### 6.2. Les obligations réglementaires et les incitations financières et normatives

Les dispositifs des pouvoirs publics, qu'ils soient incitatifs ou obligatoires, constituent également des leviers d'action importants [République Française, 2018; ATEE, 2017]. Les dispositifs cités dans l'enquête sont, par ordre d'importance : les CEE, l'audit énergétique obligatoire selon la norme NF EN 16247, l'ISO 50001, le CPE (contrat de performance énergétique), et enfin d'autres réglementations

environnementales et sécuritaires qui peuvent avoir un lien avec l'énergie.

Les CEE sont indiscutablement le dispositif incitatif le plus utilisé. Qu'il s'agisse des fiches d'opérations standardisées, des opérations sur mesure, ou du programme CEE PRO-SMEN (Programme CEE sur le Système de Management de l'Énergie), les CEE constituent une aide à l'investissement très importante et très appréciée par les industriels. Certains clients en arrivent même à regretter que les CEE ne permettent pas de financer la totalité des actions! Les obligés ou les bureaux d'études peuvent être tentés de ne travailler que sur les actions qui rapportent le plus de CEE, en évinçant les actions non éligibles, ou celles rapportant moins de CEE.

L'audit énergétique obligatoire 16247 a été réalisé par nombre d'entreprises étudiées en raison de son caractère obligatoire accompagné d'une sanction élevée. Mais les suites données sont diverses : si certaines entreprises ne donnent pas suite à l'audit car elles n'aspirent qu'à satisfaire à l'obligation réglementaire, pour la plupart, l'audit est le premier pas dans la démarche d'efficacité énergétique.

*«En 2011, un audit énergétique a été fait. On a donc investi dans des VEV sur des compresseurs d'air.»* (Responsable énergie)

*«Suite à l'audit 16247, on a mis en place des actions lors des arrêts techniques d'été.»* (Responsable énergie et fluides)

Dans certains cas, cette démarche peut peiner à se mettre en place, et les entreprises, parce qu'elles sont dépassées par les conclusions du rapport, demandent un accompagnement.

Chez certains industriels, l'ISO 50001 a permis de rationaliser la démarche d'efficacité énergétique, de mettre de l'ordre dans les actions à engager et le calendrier à déployer.

*«La démarche [ISO 50001], telle qu'on l'a appliquée, a structuré notre pensée et elle nous a mis des priorités sur tous les projets qu'on a eus. Avant, c'était, un peu, tous azimuts : on avait un peu le tiercé ou le quinté dans le désordre, et le fait d'avoir fait la démarche, ça a structuré*

*notre façon de penser, ça a mis tout le monde d'accord sur les priorités. Du coup, on était un peu mieux pour se mettre dans l'ordre de bataille. On avait le quinté dans l'ordre, à la fin.»* (Directeur environnement)

Les autres réglementations et normes (ICPE (Installation Classée Pour l'Environnement), ISO 14001, sécurité) sont des vecteurs de l'efficacité énergétique, même si elles sont parfois perçues comme des contraintes. Elles apparaissent comme une opportunité pour rationaliser la démarche d'efficacité énergétique, car elles permettent aux dirigeants de se questionner, comme chez ce responsable HSQE (Hygiène Sécurité Qualité Environnement) qui déclare, au sujet des graphiques de suivi de consommations gaz, électricité, eau et déchets dont les barres sont au-delà de la limite :

*«On essaye de comprendre. Par exemple, il se peut que certains produits restent stockés sur le site avant d'être livrés le mois suivant.»* (Responsable HSQE)

### 6.3. Le renouvellement des installations vieillissantes et/ou défectueuses

L'enquête de terrain révèle par ailleurs que les investissements en matière d'installations éco-efficaces sont souvent fonction du niveau d'usure des machines, plus que du gain de consommation énergétique potentiel. Ainsi, le matériel obsolète, qui devient coûteux car il génère de nombreuses interventions de maintenance et des pertes de rendement, sera renouvelé.

*«Il n'y a pas la culture à changer les matériels avant leur dégradation. Mais pour autant on n'attend pas qu'un matériel soit défectueux. Il y a de la maintenance, on fait remonter les infos de non-conformité, on cherche à produire une traçabilité.»* (Adjoint au directeur technique et responsable achat énergie)

Les mainteneurs rencontrés confirment ce constat : les dispositifs éco-efficaces sont presque systématiquement adoptés par les clients qui changent leurs installations.

*«Il n'y a pas de frein quand on pose de nouvelles installations. Dès qu'on propose aux*

*clients de faire des économies d'énergie, ils sont preneurs.»* (Technicien)

Remarquons que les fabricants ne proposent d'ailleurs jamais à leurs clients de modifier leurs installations pour y intégrer des outils d'efficacité énergétique, tant que celles-ci fonctionnent.

*«Ils ne vont pas arriver en disant "votre machine, il a 5 ans, je vous propose de le transformer". Non, ils vont arriver chez le client en disant "vous avez du matériel d'il y a 5 ans, maintenant, on fait beaucoup mieux, voilà ce qu'on fait, achetez-nous ça".»* (Chef de projet énergie)

C'est donc quand le matériel est renouvelé, que l'on observe les changements les plus significatifs en matière d'économie d'énergie.

### 6.4. Les moyens économiques et humains

Une des conditions nécessaires pour que les entreprises s'engagent dans une démarche d'efficacité énergétique d'ampleur, à l'image des «sages» dans la typologie, est qu'elles disposent d'une trésorerie suffisante pour investir. Lorsque ce n'est pas le cas, les arrangements financiers proposés par les sociétés de sous-traitance peuvent être incitatifs. Certains clients se voient proposer des contrats de maintenance un peu plus chers que d'ordinaire, en contrepartie de la prise en charge, par le sous-traitant, des investissements engagés chez le client.

*«Autrement, on fait de l'investissement aussi, sur de la renégociation de contrat. C'est [nous qui portons] l'investissement. Par exemple, là chez un client, il faut qu'il change un compresseur d'air. Il préfère que ce soit nous qui portions l'investissement sur la durée de contrat. Donc, ça peut être en général entre trois et cinq ans. Sur 30... allez, 40 000 €. On fait la banque. Ça, on en a pas mal, des comme ça. Et ça marche bien, en industrie.»* (Responsable d'une entité de services énergétiques)

Au-delà des moyens économiques, les entreprises dont l'engagement dans l'efficacité énergétique est le plus avancé disposent généralement de moyens humains conséquents :

non seulement d'un *energy manager*, mais d'une équipe autour de lui. Certains disposent de temps et d'une certaine autonomie pour mener à bien une activité de veille technologique pertinente sur les technologies d'efficacité énergétique.

L'implication des équipes techniques et des agents de production est également essentielle au déploiement d'une démarche d'efficacité énergétique avancée. Le personnel «acteur» de l'efficacité énergétique, celui qui agit concrètement au quotidien, l'est par conviction, et ne laisse rien passer.

*«Non, là-dessus, on est carré, franchement, on fait gaffe à la lumière, la nuit, on vérifie vraiment que tout soit éteint le soir, quand on part.»* (Opérateur)

*«Moi, le soir, avant de partir, je fais le tour, j'éteins tout, je ferme tout dans les ateliers, parce que je sais que, les gens, ils le feront pas.»* (Responsable service technique)

Cette conviction a été construite grâce à plusieurs éléments : le discours, les moyens techniques incitatifs, la mise en œuvre de règles qui entrent peu à peu dans les habitudes.

*«J'expliquais ça à des jeunes qui m'avaient fait la remarque. Ils venaient à peine d'arriver et je lui dis : garçon, si tu veux des clés neuves, tu fais comment? Ben tout ce que tu économises à côté, tu vas le gagner. Ça marche. Ça marche tout seul. C'est vrai qu'on a de plus en plus de jeunes, mais dès qu'on leur a expliqué, y'a pas de souci.»* (Chef division production)

*«Depuis environ 4 ans, il y a des étiquettes sur chaque interrupteur d'éclairage des locaux. Moi j'essaye de l'appliquer.»* (Manager d'entité de production)

*«Au niveau impression, on n'imprime plus. Les anciens ont ronchonné un peu, mais les anciens sont partis... Après ça a duré... quoi? La première année où on a mis ça en place. Et après, ça a été accepté parfaitement.»* (Chef de groupe maintenance opérationnelle)

Concernant les sous-traitants, c'est l'intérêt pour la technique qui suscite la motivation.

### 6.5. Les investissements peu coûteux et le TRI

Les innovations qui nécessitent peu d'investissement, comme les campagnes de recherche de fuites d'air comprimé, ou la mise en place de gammes d'arrêt des machines, sont généralement celles qui sont privilégiées et facilement acceptées par le pôle décisionnaire.

*«Ce qu'on fait en priorité, c'est ce qui coûte rien et ce qui rapporte gros. Ça, c'est ce qu'il faut faire, tout de suite, en premier. Parce que le but, toujours, c'est de dépenser rien.»* (Pilote énergie usine)

Le TRI retient également toute l'attention des chefs d'entreprise quand il faut faire un choix entre plusieurs innovations d'efficacité énergétique ou pour ordonnancer leurs actions en la matière.

*«Le critère de décision reste le TRI. Aujourd'hui, le TRI demandé est de 2 ans.»* (Manager d'une entité de production)

*«TRI, temps de retour sur investissement. C'est ce qui intéresse ce client. C'est le seul mot qu'il a dans la bouche.»* (Technicien de maintenance sous-traitant)

## Conclusion

L'étude sociologique menée auprès de plus de 70 salariés d'entités industrielles diverses a permis de définir des profils types d'industrie, selon leur rapport à l'efficacité énergétique. Elle a permis également d'identifier les freins qui empêchent les entreprises de mettre en œuvre les opportunités d'amélioration de l'efficacité énergétique, ainsi que les potentiels dont se saisit l'industrie.

Les entreprises les plus en avance sur l'utilisation de technologies efficaces mettent en place parallèlement 2 leviers : des investissements et un management de sensibilisation. Les investissements nécessitent des connaissances et des compétences techniques pour permettre de choisir les technologies adaptées mais aussi pour interagir avec la filière professionnelle des experts énergéticiens. Le management de

sensibilisation, pour être efficace, implique que toute la chaîne hiérarchique soit motivée et convaincue du bien-fondé de l'action d'efficacité.

Parmi les freins et leviers identifiés, la capacité de financement est de loin le plus sensible. Les actions qui bénéficient d'un soutien financier sont connues, installées, utilisées. Ce sont essentiellement les CEE, mais ils ne sont pas suffisants car ils ne permettent de financer qu'une liste limitée d'actions. C'est pourquoi nous sommes actuellement engagés dans une autre étude consistant à identifier les dispositifs de financement de l'efficacité énergétique aux niveaux national et des territoires (Appels à Projets d'Investissement d'Avenir, Appels à Projets ADEME, Tiers-financement..) et à évaluer leur efficacité (facilité d'accès, montant des financements, durée d'engagement, nombre de dossiers réalisés, avis des financeurs et des bénéficiaires...).

### RÉFÉRENCES

- Akrich M., Callon M., Latour B., «À quoi tient le succès des innovations. Premier épisode : L'art de l'intéressement», *Gérer et comprendre*, n° 11, p. 4-17, 1988a
- Akrich M., Callon M., Latour B., «À quoi tient le succès des innovations. Partie II : Le choix des porte-parole», *Gérer et comprendre*, n° 12, p. 14-29, 1988b
- Alter N., *La gestion du désordre en entreprise*, Paris, L'Harmattan, 1990
- Alter N., «Innovation et organisation. Deux légitimités en concurrence», *Revue française de sociologie*, n° 2, p. 175-197, 1993
- ATEE, *État des lieux des solutions de financement et de garantie de la performance énergétique dans l'industrie*, 2017
- Ballot-Miguet B., «Froid et certificats d'économie d'énergie : quelques nouveautés», *Revue Générale du Froid et du conditionnement d'air*, 1108, Nov. 2010
- Ballot-Miguet B., Blancarte J., Duhot G., "Easy Advanced Control for energy efficiency applied to refrigeration", ECOS, 29<sup>th</sup> International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems, June 19-23, Portorož, Slovenia, 2016a
- Ballot-Miguet B., Duhot G., Reynaud A., "Energy efficiency with Easy Advanced Control on screw compressors for poultry refrigeration", 12-14 Sep 2016: ECEEE's Industrial Efficiency, Berlin, 2016b
- Ballot-Miguet B., Dejardins G., Quaro B., Defruit A., Rousset D., "Increasing the performances of a CO<sub>2</sub> refrigeration system using cool thermal energy storage for subcooling: a supermarket application", 25<sup>th</sup> IIR International Congress of Refrigeration, Montréal, Québec, Canada, 2019
- de Béthencourt A., Chorin J., «Efficacité énergétique : un gisement d'économies; un objectif prioritaire», Avis du Conseil économique, social et environnemental, 2013
- Cihuelo J., «Les contingences organisationnelles d'une recherche longitudinale en entreprise», *Sociologies pratiques*, n° 19, p. 111-124, 2009
- Durand J.-P., Moatty F., Tiffon G. (dir), «Innovation dans le travail et travail d'innovation», Toulouse, Octarès, 2014
- Flichy P., *L'innovation technique, récents développements en sciences sociales*, Paris, La Découverte, 1995
- Flichy P., *L'imaginaire d'internet*, Paris, La Découverte, 2001
- Goussard L., Tiffon G., «Travailler en projets dans la R&D. Contraintes temporelles et transformations du travail de recherche», *Temporalités*, n°18 [en ligne], 2013
- Mallein P., Toussaint Y., «L'intégration sociale des technologies d'information et de communication : une sociologie des usages», *Technologies et société TIS*, n° 6-4, p. 315-336, 1994
- Ost, F., Minguet G., «En quête d'innovation. Du projet au produit de haute technologie», Paris, Hermès, 2008
- République Française, Rapport sur le Financement de la Transition Énergétique, Annexe au Projet de Loi de Finances pour 2018
- Rogers E., "Diffusion of innovation," New-York, Free Press of Glencoe, 1962
- Thollander P., Backlund S., Trianni A., Cagno E., "Beyond barriers – A case study on driving forces for improved energy efficiency in the foundry industries in Finland, France, Germany, Italy, Poland, Spain, and Sweden", *Applied Energy*, 111, 636-643, 2013
- Vinck D., «Les ingénieurs au quotidien. Ethnographie de l'activité de conception et d'innovation», Grenoble, Presses Universitaires de Grenoble, 1999
- Yates J., «Evolving Information use in firms, 1850-1920. Ideology and Information Techniques and Technologies», in Bud-Frierman L. (ed.), *Information Acumen. The Understanding and Use of Knowledge in Modern Business*. London : Routledge, p. 26-50, 1994