



**La montée en compétences technologiques des  
PME  
Le cas des entreprises industrielles**

---

*Rapport de l'Académie des technologies*

Octobre 2018

Académie des technologies  
Grand Palais des Champs-Élysées - Porte C  
Avenue Franklin D. Roosevelt - 75008 Paris  
+33(0)1 53 85 44 44  
[secretariat@academie-technologies.fr](mailto:secretariat@academie-technologies.fr)  
[www.academie-technologies.fr](http://www.academie-technologies.fr)

©Académie des technologies 2018

ISBN :979-10-97579-10-4

# Industrie du futur

---

La montée en compétences  
technologiques des PME

---

Le cas des entreprises industrielles

Rapport voté en assemblée plénière le 12 septembre 2018

Rapporteur : Alain Cadix

Au nom de la commission Éducation, formation, emploi, territoires

LA MONTÉE EN COMPÉTENCES TECHNOLOGIQUES DES PME  
LE CAS DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES

*Allons-nous vers une extinction massive de « l'espèce » des petites entreprises industrielles ?*

*Faut-il numériser l'industrie présente, pour une large part héritée du xx<sup>e</sup> siècle ou bien construire, sur de nouvelles bases, celle du xxi<sup>e</sup> ?*

*Deux questions, de nature différente, qui sont en filigrane de ce rapport.*

■ Une table des matières figure page 201

# Avant-propos

## La construction d'un triptyque

L'Académie des technologies poursuit ici le travail qu'elle a engagé sur le thème de l'industrie du futur et qu'elle entend présenter sous la forme d'un triptyque.

Le premier rapport s'intitule : *Industrie du futur : du système technique 4.0 au système social*. Il a été publié en 2017<sup>1</sup>.

Le deuxième est celui-ci, consacré aux petites et moyennes entreprises (PME), tant il a paru évident dans le premier rapport que le futur de notre industrie reposait sur une montée en compétences technologiques du tissu des PME industrielles de notre pays.

Ces deux premiers « tomes » s'inscrivent dans une lignée d'avis et de rapports de l'Académie qui, de près ou de loin, concernent l'industrie et/ou les PME<sup>2</sup>.

Dans le présent rapport, apparaissent deux thèmes importants : celui des métiers en transformation et celui des territoires en mutation. Ils renvoient notamment à la problématique des métiers en tension, d'une part et à celle des territoires en perte de vitesse, d'autre part. Ils ont des impacts considé-

---

1 Dans tout ce qui suit, il est nommé : « le rapport de l'Académie sur l'industrie du futur ».

2 *Des relations entre entreprises et recherche extérieure (2008)*. *Libérer l'innovation dans les territoires* — avec DATAR et CAÉ — (2010). *PME, technologie et développement (2010)*. *La renaissance de l'industrie (2014)*. *Big data : un changement de paradigme peut en cacher un autre (2015)*. *Quelques réflexions sur la question de l'appropriation des technologies (2016)*. *Innovation ouverte et PME (2017)*. *Innovation-Croissance-Emploi : révolution numérique et emploi (2017)*. *Recommandations pour développer et valoriser la formation professionnelle initiale et continue (2017)*. *Technologies et territoires d'innovation (2018)*.

*LA MONTÉE EN COMPÉTENCES TECHNOLOGIQUES DES PME  
LE CAS DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES*

rables sur la montée en compétences des PME et sur le développement de l'industrie en général. Ces sujets sont suffisamment lourds d'enjeux pour que l'Académie y consacre un troisième rapport, dernier volet de ce triptyque industriel, qui sera présenté en 2019.

## Les destinataires de ces réflexions

Comme le premier rapport, celui-ci est destiné aux pouvoirs publics : services de l'État, centraux (ministères de l'Économie, de l'Éducation, de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, du Travail, en charge des Territoires, etc.) et en régions (Direccte<sup>3</sup>, rectorats...) ainsi qu'aux conseils régionaux. Il s'adresse aussi aux responsables de structures intermédiaires qui interviennent sur les territoires (fédérations et syndicats, chambres de commerce et d'industrie, structures d'accompagnement de PME, dont centres techniques, écoles d'ingénieurs, universités, lycées professionnels, etc.).

Les recommandations sont fléchées vers trois cibles : (i) l'État, (ii) les régions et les territoires, (iii) les entreprises, leurs associations, les filières, etc.

---

3 Directions régionales des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi.



# Synthèse du rapport

Il ressort du rapport de l'Académie des technologies sur l'industrie du futur<sup>4</sup>, ainsi que de quelques études de conjoncture, que les GE<sup>5</sup> industrielles françaises tirent leur épingle du jeu, que les grands donneurs d'ordres et leurs fournisseurs de premier niveau ont, dans l'ensemble, des résultats opérationnels positifs. Des ETI — toujours pas assez nombreuses — et des PME, qui ont su adapter leur positionnement stratégique et faire évoluer leur outil industriel, ont de belles performances. Il n'en va pas de même pour une masse considérable de PME et de TPE (ou MIC)<sup>6</sup>. C'est le cœur de notre sujet aujourd'hui.

*La France a un gigantesque problème de compétences.*

*Patrick Artus, directeur des études de Natixis<sup>7</sup>*

La progression en compétitivité des PME industrielles passe de toute évidence par leur montée en compétences.

---

4 *L'industrie du futur : du système technique 4.0 au système social* (2017).

5 GE : grandes entreprises. ETI : entreprises de taille intermédiaire. PME : petites et moyennes entreprises. TPE : très petites entreprises. MIC : microentreprises.

6 Ainsi, 20 à 40% des PME industrielles, selon les secteurs, selon les études, sont menacées de marginalisation dans les filières.

7 *L'usine Nouvelle*, N° 3535 du 26 octobre 2017.

**Comment faire monter en compétitivité, par une progression en compétences, la masse des PME industrielles, en premier lieu celles qui sont en passe de décrocher ? N'est-ce pas déjà trop tard pour beaucoup d'entre elles ? Sommes-nous à la veille d'une extinction massive de « l'espèce » des petites entreprises industrielles ? Est-ce qu'il y a un intérêt à numériser l'existant, comme certains en doutent ?**

Pour tenter d'apporter des réponses à ces questions, il nous a paru utile de structurer notre propos en trois parties qui s'emboîtent :

- les processus de montée en compétences dans les PME, leurs justifications, leurs fondements, leurs modalités ;
- les facteurs endogènes qui déterminent la capacité des entreprises à monter en compétences ;
- les facteurs exogènes, à trois niveaux, national, régional, local, qui facilitent la mutation des PME industrielles et les jeux des acteurs à ces trois niveaux ; l'essentiel de nos recommandations découle de la 3e partie de notre rapport.

*Nota : nous avons exclu du champ de nos réflexions les thèmes financiers (niveau de capital fixe, niveau de marges, capacités d'investissement, etc. des PME) et la propension à la prise de risques des institutions financières, autant de sujets qui ne sont pas neutres. Nous nous sommes centrés sur la question des compétences, facteur de compétitivité. Le sujet est déjà fort vaste et complexe. Par exemple, quand nous évoquons Bpifrance, nous traitons plus de la société de services que de la banque publique.*



## 1<sup>re</sup> partie : les processus de montée en compétences des PME industrielles

Ces processus s'inscrivent dans des transformations dont ils sont un volet. Ces changements sont souvent déclenchés par des dysfonctionnements, voire des situations de crise. Les raisons peuvent être externes (exemple : position en fort repli sur les marchés) ou internes (exemple : dégradation significative d'indicateurs de gestion), parfois les deux.

Les compétences technologiques nouvelles à maîtriser sont différentes d'une branche à une autre, d'une filière à une autre, mais les compétences numériques, dont celles liées aux technologies 4.0, les concernent toutes (voir l'encadré ci-après).

### Un bouquet de technologies

Après la phase 3.0 dans l'industrie (conception et fabrication assistées par ordinateur, numérisation et automatisation, robotique...) et celle des premiers usages de l'internet, où toutes les PME ne sont pas encore, nous entrons dans l'ère 4.0. Ce temps de l'histoire industrielle est marqué par la diffusion progressive d'usages de technologies récentes ou nouvelles : robotique collaborative (*cobots*), données massives ou *Big Data*, intelligence artificielle (IA), internet industriel des objets, ou *Industrial Internet of Things* (IIoT), réalité virtuelle (RV), augmentée (RA), mixte (RM), fabrication additive ou fabrication 3D, modélisation et simulation (dont jumeau virtuel), plates-formes numériques. Toutes ces technologies, qui ne sont pas au même niveau de maturité et de diffusion, appellent de nouvelles compétences collectives et individuelles dans les entreprises ; qu'il s'agisse de PME conceptrices ou co-conceptrices ou bien sous-traitantes.

À cela s'ajoutent des outils qui concourent à l'efficacité opérationnelle des entreprises industrielles : les outils de gestion du cycle de vie des produits ou *Product Lifecycle Management* (PLM), de gestion de la chaîne logistique ou *Supply Chain*, de production économe ou *Lean Manufacturing*, de gestion des processus industriels ou *Manufacturing Execution System* (MES) appellent de nouvelles façons de faire et de penser l'industrie, donc de nouvelles compétences. Toutes les PME industrielles, tant s'en faut, n'ont pas intégré ces outils.

Dans ce contexte, il est devenu évident que la mise en système de ces technologies, pour en tirer le meilleur parti, passe par la *continuité numérique* des entreprises. Devenue une base essentielle de leur compétitivité, elle est au cœur des stratégies 4.0 que mettent en œuvre les GE et nombre d'ETI. Des PME, à leur échelle, se sont engagées dans cette voie, d'autres, fort nombreuses, ont aussi à le faire. La continuité numérique des filières est en jeu et leur place en leur sein est en cause.

#### Encadré I

Ces technologies, et les compétences associées, peuvent être abordées selon deux finalités distinctes : celle d'un AVANTAGE concurrentiel à conforter ou celle du rattrapage d'un retard à combler. Les deux perspectives appellent, pour les parties prenantes, pour les « intervenants<sup>8</sup> » auprès des chefs d'entreprise, des profils et des stratégies différents.

---

8 Nous nommons « intervenants » les personnes physiques, représentantes de diverses organisations, nationales, régionales, locales, publiques, consulaires ou privées, qui sont au contact direct des dirigeants de PME.

**Ces compétences sont technologiques, elles sont aussi non-technologiques<sup>9</sup> ;  
les unes et les autres sont étroitement liées entre elles.**

Les compétences générales se situent en stratégie d'entreprise, en marketing et en design, en organisation et management d'équipe, en valorisation du capital humain, elles se déclinent de façon personnalisée du dirigeant à l'opérateur, en passant par l'encadrement intermédiaire, dans la plupart des fonctions de l'entreprise<sup>10</sup>.

Nous avons observé que, dans tous les cas, les PME doivent développer la multicompétence de leurs collaborateurs pour intégrer et accompagner les mutations en cours.

Ces dernières appellent des aptitudes nouvelles ou renforcées. La culture dominante dans nombre de nos entreprises ne favorise pas leur diffusion. Ainsi en est-il de l'autonomie, une des premières aptitudes requises désormais : des études révèlent qu'elle est en régression pour l'ensemble des catégories socioprofessionnelles.

Les compétences générales qui, par essence, ont une certaine universalité, incluent désormais, pour tous, des compétences d'usage du numérique.

Les compétences individuelles et collectives renvoient des unes aux autres, les secondes étant le fruit d'une composition adéquate des premières.

## 2<sup>e</sup> partie : les facteurs endogènes de la montée en compétences des PME industrielles

**L**es PME industrielles doivent intégrer de nouvelles technologies, nous l'avons dit. Se pose alors la question de leur appropriation par les dirigeants

---

9 Elles sont aussi qualifiées de générales ou transversales.

10 Il convient de noter ici que des PME qui ont fait évoluer leur offre et leurs procédés, qui sont en bonnes positions sur les chaînes de valeurs — positions toujours instables —, ont encore besoin de progresser en compétences technologiques et surtout en compétences non-technologiques.

et leurs collaborateurs.

Le processus d'appropriation de nouvelles technologies, de nouveaux objets techniques, doit être correctement appréhendé par les dirigeants, et l'encadrement en général, pour pouvoir penser et agir avec discernement au moment où s'engage leur implémentation.

Tout processus d'intégration de technologies 4.0 doit être en cohérence avec le projet stratégique de l'entreprise. La montée en compétitivité, relevant d'une stratégie, et la montée en compétences sont, en effet, étroitement liées. Chaque entreprise est à considérer comme un cas particulier, le niveau de maturité numérique à atteindre et l'agenda à respecter sont spécifiques à chacune.

Tout tend à montrer que, dans le processus de montée en compétitivité et en compétences, le rôle du dirigeant de PME est crucial.

L'ouverture du chef d'entreprise sur les écosystèmes où elle s'insère (territoire, branche, filière, monde académique...) passe par une « vie sociale industrielle »<sup>11</sup> qu'on ne peut lui imposer, mais à laquelle les « intervenants » doivent le conduire, s'il en est exclu. Il n'est rien de pire, à cet égard, que l'isolement d'un dirigeant de PME. Pour cela, il faut gagner sa confiance.

Il apparaît clairement de retours d'expériences que la technologie n'est pas le bon point d'entrée dans les échanges avec un dirigeant de PME à convaincre. Une approche « résolution de problème » (problem solving) a plus de chance d'éveiller l'attention — en attendant la confiance à gagner et l'adhésion à obtenir — qu'une démarche de promotion d'une technologie (*technology push*).

Les dirigeants de PME, même convaincus, voient comme premiers freins à la transformation numérique de leur entreprise les résistances au changement et le manque de compétences face à la complexité du sujet.

---

11 *Vie sociale industrielle* : ensemble des relations non commerciales qui se tissent entre des dirigeants d'entreprise, entre eux, et avec des responsables d'organisations sociales, politiques, économiques, scientifiques et technologiques (dont établissements de formation) dans leur environnement (branche, filière territoire).

Les résistances au changement au sein de l'entreprise peuvent être réduites par des pratiques de management, fondées sur un climat de confiance.

**Le manque de compétences internes est le résultat d'une difficulté à adapter le capital humain de l'entreprise par la formation et le recrutement.**

La pratique de la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences (GPEC) ou, plus actuelle, l'élaboration de visions prospectives partagées des emplois et des compétences (VPPEC), sur un territoire, dans une branche ou dans une filière, est un exercice préalable indispensable pour qu'une entreprise ou une association d'entreprises puisse se situer. Le recours aux observatoires des métiers — pourvu qu'ils soient de qualité — est indispensable.

Il apparaît dans les PME le besoin d'un encadrement intermédiaire correctement préparé aux défis à relever. Il doit être formé à la gestion de projet et au management de la transition numérique.

La formation des actifs en situation est un des deux principaux leviers de transformation. Son efficacité est fonction de divers paramètres. En particulier l'offre de formation doit tenir compte des contraintes d'exploitation des PME. Des efforts ont été accomplis. Il reste un important potentiel d'amélioration.

Le recrutement est l'autre levier de la montée en compétences. Les PME ont à faire évoluer leurs méthodes de recrutement.

Pour arriver à attirer de nouveaux collaborateurs, notamment dans les métiers en tension, et les conserver, l'attractivité d'une entreprise dépend de la qualité de sa marque employeur. Une PME industrielle y attache en général peu d'importance.

La qualité de vie et la santé au travail — autre composante de la marque employeur — sont importantes pour conduire à bonne fin des changements organisationnels. Des technologies comme la cobotique, la réalité mixte, l'intelligence artificielle peuvent y contribuer mais des précautions sont à prendre, certaines relèvent de l'éthique.

Face aux enjeux humains et sociaux des transformations en cours ou annoncées, l'existence d'une *réelle* fonction RH, en propre ou partagée, s'impose plus que jamais.

### 3<sup>e</sup> partie : Les facteurs exogènes de la montée en compétences des PME

Toute PME industrielle se situe dans des écosystèmes gigognes, nationaux, régionaux, locaux<sup>12</sup>. Certains sont en rapport avec son activité (branche, secteur, filière), d'autres pas (territoire). Dans chacun d'entre eux, des acteurs, publics, consulaires, privés, prennent des initiatives avec, pour finalités communes, de l'aider à améliorer sa compétitivité : c'est-à-dire innover et croître, adapter son outil industriel, monter en compétences, souvent dans une perspective de présence internationale accrue.

**Il ne manque pas d'acteurs, dans les divers écosystèmes, pour s'intéresser aux PME industrielles et les accompagner. Leur nombre est une source de complication<sup>13</sup> ; leur manque de coordination peut être contre-productif.**

Par ailleurs, des PME ont choisi d'intégrer des clusters : pôles de compétitivité et/ou grappes d'entreprises et/ou groupements locaux. Chacun de ces trois ensembles constitue un réseau où les PME gagnent à coopérer avec d'autres membres et où les dirigeants gagnent à fréquenter leurs pairs.

#### *1. Au niveau de l'État*

Le CNI<sup>14</sup>, placé auprès de Premier ministre, structuré sur la base de grandes filières industrielles, intégrées, verticales, commence à prendre en compte

---

12 Nous aurions pu ajouter *européens* et *internationaux*. Mais nous avons choisi de nous limiter au territoire national dans ce rapport.

13 Nous entendons le message de ceux qui pensent que plus il y a de *porte-voix* de l'industrie du futur et mieux c'est. Encore faut-il qu'ils obéissent à des règles harmoniques...

14 Conseil national de l'industrie.

la problématique des compétences dans les PME industrielles. La création très récente du *CNI numérique*<sup>15</sup> ouvre la porte à une vision transversale, *transfilière*, de la montée en compétences numériques des PME.

Plusieurs ministères sont directement concernés par cette problématique. Ainsi en est-il des ministères en charge de l'éducation et de l'enseignement supérieur. Ces derniers n'ont pas de politique spécifiquement dédiée aux PME industrielles. Il en va tout autrement pour la Recherche et l'Innovation : ces entreprises sont ici une cible permanente de leurs politiques. Il faut donc regarder du côté des établissements de formation professionnelle, secondaire et supérieure, pour pouvoir apprécier l'accompagnement des PME industrielles. Nous y revenons plus loin.

Le ministère de l'économie, par le biais de la DGE<sup>16</sup> traite de la compétitivité des PME, en général. Ses moyens d'intervention se rétractent.

Le ministère du Travail assume quant à lui une responsabilité de premier plan. La DGEFP<sup>17</sup>, avec le relais des Direccte<sup>18</sup>, soutient des actions de développement des compétences. Mais la priorité absolue du ministère du Travail est de faire reculer le chômage et de réduire l'exclusion sociale. Encore faut-il que de nouveaux « bataillons » d'actifs en activité ne se trouvent pas fragilisés, voire exclus du système productif par défaut de compétences. La démarche EDEC (Engagement de développement de l'emploi et des compétences) est celle qui paraît répondre le mieux, à ce niveau, à la problématique que nous traitons, mais elle est peu connue des dirigeants de PME et peu pratiquée dans les écosystèmes industriels. Elle vient d'être introduite dans les programmes d'action des comités stratégiques de filière du CNI. C'est un dispositif aux effets encore incertains, qui ne seront pas immédiats.

---

15 Le *CNI numérique* est mal nommé car son nom pourrait laisser à penser, comme pour les autres composantes du Conseil, qu'il s'agirait de traiter d'une « filière numérique », alors que son objet est transversal : la numérisation du tissu industriel.

16 Direction générale des entreprises.

17 Délégation générale à l'emploi et à la formation professionnelle.

18 Directions régionales des entreprises, de la concurrence et de la consommation, du travail et de l'emploi. Elles relèvent du ministère du travail (DGEFP) et du ministère en charge de l'économie (DGE).

**La loi « Avenir professionnel » et la montée en compétences des PME industrielles**

De façon synthétique ici :

- la récente loi introduit des novations souvent importantes sur divers volets sociaux et économiques (apprentissage, formation professionnelle, rôles des acteurs impliqués, règles de fonctionnement et de financement).
- certaines d'entre elles devraient faciliter la montée en compétences des PME.
- pourtant, il n'est pas acquis qu'elles y contribueront effectivement à la hauteur des enjeux.

Il est en effet trop tôt pour juger de l'**appropriation**, ce point est essentiel, par les acteurs concernés – les entrepreneurs, les actifs, les jeunes – des nouveaux dispositifs et dispositions, dont certains, en attendant les décrets d'application, conservent une part d'imprécision.

Au niveau des organisations de terrain, les OPCA<sup>1</sup>, que la loi transforme en OPCO, sont potentiellement appropriés pour l'accompagnement des PME dans la valorisation de leur capital humain. Des incertitudes pèsent encore sur la fiabilité de leur modèle économique et il n'est pas acquis que leurs « intervenants » aient aujourd'hui les compétences requises pour accompagner la révolution 4.0.

1 - OPCA : organismes paritaires collecteurs agréés. OPCO : opérateurs de compétences.

Encadré II

Un autre acteur majeur, relevant de l'État, est Bpifrance. L'institution oriente l'essentiel de ses interventions vers les start-up et les PME innovantes et en croissance et n'aborde pas, ou à la marge, la question des compétences.

Par ailleurs, le macro-écosystème, vu du terrain, paraît encombré : Conseil national de l'industrie, France Industrie, Alliance industrie du futur, French Fab, etc. Les patrons de PME rencontrés en ont souligné l'illisibilité, ils redoutent une déperdition d'énergie et de moyens. Nous partageons leur perplexité, en particulier pour ce qui concerne l'articulation entre l'Alliance et la French Fab.

Nous pensons que l'Alliance industrie du futur, initiative du ministère de l'Économie prise en 2015, ouvre des perspectives intéressantes. Encore faut-il que sa composition soit élargie (exemples : les industries alimentaires

et textiles n'en sont pas membres, de même que les universités, seules quelques écoles d'ingénieurs représentent le système de la formation professionnelle ; les régions, acteurs essentiels de la transformation, n'y sont pas représentées, etc.) et que son mode de fonctionnement, en relation avec les territoires, soit amélioré. Nous suggérons qu'elle devienne, une fois remodelée, le maître d'œuvre national unique de la transformation du tissu industriel français.

## *II. Au niveau des écosystèmes intermédiaires ou régionaux et des écosystèmes locaux*

**A**u niveau des méso-écosystèmes, ne pouvant traiter de toutes les situations, nous avons plus particulièrement porté notre regard sur une filière (l'industrie aéronautique et spatiale, avec le Gifas), un secteur (les industries mécaniques, avec leur centre technique industriel, le Cetim), enfin, une région (la Nouvelle Aquitaine). Dans les trois cas, ce sont des institutions parmi les plus en pointe, eu égard à la thématique traitée.

Nous nous sommes aussi intéressés à des bassins d'emploi, à des clusters, à des organismes de recherche, à des établissements de formation professionnelle de divers niveaux, les uns et les autres jouant des rôles dans la montée en compétences des PME industrielles. Ils sont parties prenantes de méso mais aussi de micro-écosystèmes.

L'examen de méso-écosystèmes (filiale, branche, région) et de micro-écosystèmes (bassins d'emploi) nous a permis de mettre en évidence des points communs :

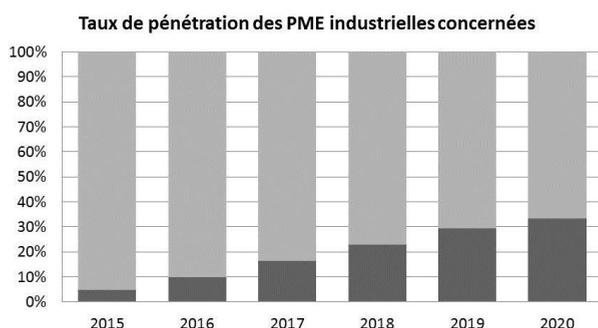
- Malgré les efforts consentis — ils sont importants — le taux de pénétration du nouveau système technique reste faible (voir le graphique<sup>19</sup> ci-dessous) : l'ordre de grandeur est de 30 % à 35 % des entreprises concernées, depuis 2015 — période du lancement du programme « in-

---

19 Ce graphique est indicatif.

LA MONTÉE EN COMPÉTENCES TECHNOLOGIQUES DES PME  
LE CAS DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES

industrie du futur »<sup>20</sup> — jusqu'en 2020 — date de projection de diverses institutions. Comme il n'existe pas un outil unique et partagé de mesure des avancées, ce chiffre est imprécis ; il n'est pas celui des entreprises « transformées », puisqu'il intègre, par exemple, celles qui n'ont fait qu'un diagnostic préliminaire.



Graphique I

Ce sont les PME les plus accessibles et les plus réceptives, souvent les plus grosses, qui ont enclenché le processus de transformation. Pour différentes raisons, la progression — toutes choses restant égales par ailleurs — serait plus lente dans les années à venir.

**Ne pouvant atteindre 100 % des PME par des programmes d'actions pilotés depuis Paris, ni même depuis une capitale régionale, il convient donc de créer les conditions, dans le tissu industriel, d'une propagation de *type viral* des technologies et des pratiques de l'industrie du futur.**

- Dans les dispositifs d'accompagnement mis en place, les compétences technologiques sont mieux traitées que les compétences non-technolo-

<sup>20</sup> À la suite du plan industriel « usine du futur » lancé en 2013, qui en a constitué le socle.

giques. Si le volet *stratégie et marketing* et le volet *organisation industrielle* sont assez souvent abordés, les volets *organisation générale, design, management des équipes, gestion du capital humain, etc.* sont délaissés ou survolés dans la plupart des cas. Or, nous l'avons vu, ces points sont importants pour la montée en compétitivité des entreprises.

- Les dispositifs mis en œuvre associent, pour beaucoup d'entre eux — c'est compréhensible — Bpifrance. Cette dernière, dont le dynamisme est à souligner, a fait des PME innovantes et de croissance sa cible principale, nous l'avons dit. Cela contribue à la montée en compétitivité de notre économie, de notre industrie ; cela laisse de côté une masse considérable de PME industrielles. Par ailleurs, dans un document stratégique en ligne sur son site, *La doctrine d'intervention de Bpifrance*, nulle part il n'est question de compétences. Des actions sont engagées par la sphère privée avec son soutien ; elles traitent parfois de compétences.
- Un alignement progressif de toutes les politiques publiques<sup>21</sup> s'opère actuellement sur les filières définies et portées par le CNI. Cette orientation verticale, qui a sa logique et son intérêt, laisse hors de son champ les fort nombreuses PME sous-traitantes de 2e niveau et au-delà, qui sont dans plusieurs filières et donc, de fait, dans aucune, ainsi que les PME proposant des produits propres. C'est dans ces deux catégories que nous trouvons le plus d'entreprises fragilisées par les mutations en cours.
- Parmi les centres techniques industriels (CTI), seul le CETIM paraît en mesure d'appréhender globalement la problématique de la transformation du tissu industriel dans son secteur. Cela pose la question de l'efficacité, à cet égard, du réseau des CTI. Convaincus de son utilité, nous suggérons qu'il soit restructuré et fusionné avec le réseau des centres régionaux d'innovation et de transfert de technologie (CRITT). Nous recommandons que le modèle économique des centres soit établi de façon viable et pérenne. Enfin, le couplage des CTI et des futurs OPCO

---

21 Ministère de l'économie, ministère du travail (avec notamment la transformation des OPCA de branches en OPCO de filières), certaines régions désormais, etc.

permettrait d'apporter des solutions complètes, technologiques et non-technologiques, aux PME industrielles.

- Au niveau des micro-écosystèmes, des bassins d'emploi, où se situent toutes les cibles des actions entreprises et où convergent toutes les actions engagées par diverses institutions, il règne un certain désordre peu compatible avec ce qui relèverait d'une **mobilisation générale** au profit des PME confrontées à l'exigence d'un rattrapage immédiat. Nous recommandons alors que soit instituée dans chaque bassin d'emploi une coordination des institutions intervenantes, elle serait assurée par le représentant local d'une d'entre elles, choisie et soutenue pour cela par la Région.

**Il est, à nos yeux, indispensable qu'une maîtrise d'œuvre unique sur leurs territoires soit confiée aux régions, toutes branches et filières confondues. Une animation locale unique, par bassins d'emploi, est tout aussi nécessaire, sans création de structure supplémentaire.**

### *III. Au niveau des clusters*

L'effet cluster (pôles de compétitivité, grappes d'entreprises...) qui s'exprime sur les territoires à la croisée de politiques publiques nationales et/ou régionales et d'initiatives d'organisations professionnelles, est vertueux, il est donc à pousser le plus loin possible.

Les pôles de compétitivité doivent être confortés dans leur rôle de fédération et d'entraînement des PME industrielles. Leur valeur ajoutée (hors R & D) joue à plein sur des sujets ciblés (la montée en compétences peut en être un), mais dans des démarches plutôt AVANTAGE et plutôt collectives, ne concernant, en général, que leurs membres. Des pôles ont montré qu'ils peuvent, dans certaines conditions, d'une part avoir un effet d'entraînement individuel de PME, parmi leurs membres et même au-delà, et d'autre part agir avec la finalité RATTRAPAGE, cela passe par des approches réticulaires.

L'État vient d'annoncer l'ouverture d'une nouvelle phase, la quatrième, de la vie des pôles (montée en gamme et en taille, ouverture européenne). Il

est important que de nouveaux objectifs ne les détournent pas du rôle qu'ils peuvent tenir de « vecteurs de compétitivité » sur les territoires, pour toutes les PME industrielles.

Les grappes d'entreprises, qui furent un temps soutenues par l'État, sont à relancer et à accompagner. Elles sont, à leur échelle, des communautés apprenantes. Les régions sont désormais en première ligne pour prendre en compte le potentiel des grappes et conforter les influences positives de leur « vie sociale » sur la montée en compétitivité et en compétences des PME membres. La mise en système, ou en réseau, des grappes avec des pôles de compétitivité et des campus des métiers et des qualifications (voir plus bas) est à développer. Dans le cadre d'une politique nationale, elle doit s'affranchir de frontières régionales, artificielles à cet égard.

Les groupements locaux d'entreprises, les associations de proximité de dirigeants d'entreprise, les clubs, tous les types d'initiatives développant une « vie sociale industrielle » sur un territoire, sont à encourager. Cela contribue à la propagation de type viral évoquée plus haut.

Il est important que les entreprises isolées soient agrégées à ces divers clusters et initiatives, d'une façon ou d'une autre, avec le souci constant de l'entraînement du plus grand nombre possible.

Les groupements d'employeurs, permettant de mutualiser des ressources et d'en développer de nouvelles, sont à multiplier sur les bassins d'emploi en s'appuyant notamment sur les avancées, encore peu exploitées, de la loi Travail de 2016.

#### *IV. Le système de la formation professionnelle*

**L**e système de la formation professionnelle doit se mettre au service de toutes les PME industrielles et les accompagner dans leur montée en compétences. Toutes ses composantes ne s'y impliquent pas au même niveau<sup>22</sup>.

---

22 Ce sujet a été largement traité dans le rapport de l'Académie sur l'industrie du futur. Nous en reprenons et en précisons certains éléments.

Leur responsabilité commence par l'information sur les métiers industriels et l'aide à l'orientation des lycéens et des étudiants, ainsi que des actifs, vers l'industrie et ses PME.

Les établissements de formation professionnelle, à tous niveaux, dédiés à l'industrie, sont souvent sa première vitrine pour les jeunes. Ils doivent la rendre attractive.

**Le système de la formation professionnelle doit s'adapter continûment aux mutations en cours. L'anticipation étant de plus en plus difficile à réaliser par les entreprises et leurs associations<sup>23</sup>, la solution passe par la réactivité et l'agilité du système. Il doit mieux tenir compte des contraintes d'exploitation des PME.**

Les IUT et les lycées technologiques et professionnels ont une carte majeure à jouer.

Les écoles d'ingénieurs doivent innover pour accompagner les PME éloignées de l'enseignement supérieur dans leur progression en compétences.

Les formations en alternance, dépassant le cadre habituel de la transmission du maître à l'apprenti, deviennent, à certaines conditions, un moyen de pénétration de nouvelles compétences dans la PME. De nouvelles formes et finalités de l'alternance sont suggérées ici.

La formation à des niveaux intermédiaires est une réponse possible aux besoins identifiés dans les PME en encadrement formé sur un assez large spectre (technologies 4.0, gestion de projet, management de la transition numérique...). Des écoles d'ingénieurs ouvrent des formations de *bachelor*. Il est important qu'elles ne soient pas détournées de cette finalité<sup>24</sup>.

---

23 Il ne doit pas y avoir pour autant de renoncement aux programmes de GPEC ou de VPPEC dont nous soulignons, par ailleurs, les apports.

24 Et qu'elles ne deviennent pas principalement de nouvelles préparations à des formations d'ingénieur ou de master.

Les campus des métiers et des qualifications (CMQ) recèlent un réel potentiel de développement de compétences, pour les jeunes, pour les actifs mais aussi pour les entreprises, en premier lieu les PME. Ils vont être relabellisés. C'est une occasion de les mettre en réseau avec les pôles de compétitivité et les grappes d'entreprises sur le territoire national.

La réussite des actions de formation appelle une prise en compte des contraintes d'exploitation des PME. Les outils et les méthodes pédagogiques utilisés, ainsi que les modalités pratiques mises en place dans les formations destinées aux PME, ont une grande influence sur leur accessibilité et sur leur efficacité. Des outils de formation sur le lieu de travail sont à développer.

Les ateliers-écoles, les usines-écoles, plus largement *les plates-formes de formation aux technologies de l'industrie du futur* sont des dispositifs qui concourent à la diffusion des technologies nouvelles de production, à leur mise en système, mais aussi à l'optimisation de procédés industriels pour des PME. Leur présence dans les bassins d'emploi à vocation industrielle est précieuse<sup>25</sup>. Mais elles ne traitent en général que d'un seul volet de la montée en compétences, le technologique, en y incluant les outils numériques de gestion industrielle. Sur les territoires, la coopération d'établissement de formation technologique et non-technologique est à favoriser pour mieux préparer à l'ensemble des compétences nécessaires, de façon intégrée.

L'offre de formation en ligne peut être une réponse appropriée, mais un MOOC<sup>26</sup>, ou tout autre outil en ligne, sans accompagnement (mentorat, compagnonnage) a peu d'utilité dans le milieu des PME industrielles.

#### V. L'accompagnement personnalisé des acteurs

L'accompagnement des dirigeants de PME, par le conseil, le mentorat, est une condition sine qua non de réussite d'un processus de montée en com-

---

25 Comme l'est aussi celle des « vitrines » ou des *showrooms* de l'industrie du futur qui doivent être articulées, mises en réseau, avec les *plates-formes* évoquées ici.

26 *Massive Open Online Course*.

pétences. L'intervention de pairs est essentielle. L'accompagnement des collaborateurs, par le mentorat, la création de communautés apprenantes, est nécessaire. Cet accompagnement a un coût, il doit être intégré dans tous les dispositifs d'appui aux PME favorisant leur montée en compétences.

Il convient de rappeler, pour conclure, que tous les acteurs concernés (personnes physiques), chefs d'entreprise, cadres, ingénieurs, techniciens, opérateurs, actifs en recherche d'emploi, jeunes en formation, ont une image de l'industrie, celle où ils exercent leur métier ou celle qu'ils perçoivent de l'extérieur. Ils ont une image de l'entreprise où ils travaillent, ils la véhiculent, ou de l'entreprise où ils aspirent à travailler, de ses métiers, des technologies qu'elle met en œuvre, du territoire où elle est implantée. Cette dimension des imaginaires, qui n'est prise en compte dans aucun des dispositifs évoqués, est déterminante pour la transformation de l'industrie. L'Académie des technologies, traitant dans un prochain rapport de l'attractivité des entreprises industrielles, des métiers et des territoires, y inclura cette dimension.

## Principales recommandations

Les recommandations formulées dans le rapport de l'Académie sur l'industrie du futur restent valables<sup>27</sup>. Dans les tableaux ci-dessous, nous mettons en vue les recommandations les plus importantes à nos yeux, parmi celles qui émaillent le présent document et qui sont notées [R] dans le texte qui suit. À la lecture du rapport, chaque acteur d'un écosystème pourra trouver celles qui le concernent directement.

Les principales cibles visées se situent à chacun des trois niveaux d'écosystème : national, régional, subrégional ou local.

Elles ont quatre objectifs, le premier entraînant les trois autres :

- accélérer la transformation engagée du tissu industriel ;
- mettre en cohérence et simplifier les dispositifs, avec une maîtrise d'œuvre unique à chaque niveau d'écosystème ;
- mettre en synergie tous les acteurs de la transformation du tissu industriel, associer le technologique et le non-technologique≈;
- mettre en réseau les chefs d'entreprise.

---

27 Pages 13 à 15.

### Principales recommandations concernant l'écosystème national

Confier à une organisation unique la maîtrise d'œuvre d'ensemble de la transformation numérique de l'industrie. L'Alliance industrie du futur, qui est à remodeler, peut tenir ce rôle.

Confier à chaque région la maîtrise d'œuvre déléguée (toutes branches et filières confondues) des programmes de transformation sur son territoire. Associer les régions au pilotage de l'Alliance industrie du futur.

Créer des synergies entre la French Fab et la French Tech au niveau national, relayées aux plans régional et local.

Relancer une politique de soutien aux « grappes industrielles ». Par domaines homogènes sur le territoire national, veiller à mettre en réseau les pôles de compétitivité, les grappes d'entreprises, les campus des métiers et des qualifications ; les pôles assurant, chaque fois que possible, la fonction de tête de réseau.

Restructurer le réseau des centres techniques industriels (CTI), engager des rapprochements, des fusions entre eux et avec les centres régionaux d'innovation et de transfert de technologie (CRITT). Coupler les CTI avec les nouveaux opérateurs de compétences (OPCO).

Créer un outil de mesure, robuste, unique et partagé, de la progression des PME industrielles dans leur transformation numérique.

### Principales recommandations concernant les écosystèmes régionaux

Alors qu'une politique de soutien aux filières industrielles (verticales) s'affirme au niveau national, mettre en œuvre au niveau des régions des actions de soutien centrées sur les secteurs ou métiers (horizontaux), pour que toutes les PME industrielles soient associées au mouvement de transformation.

Structurer chaque territoire régional en « bassins d'emploi étendus », incluant l'industrie diffuse environnante. Désigner un coordinateur unique de la transformation industrielle parmi les acteurs présents ou représentés dans chaque bassin étendu.

## PRINCIPALES RECOMMANDATIONS

Par domaines homogènes sur le territoire régional, mettre en réseau les pôles de compétitivité, les grappes d'entreprises, les campus des métiers et des qualifications ; les pôles assurant, chaque fois que possible, la fonction de tête de réseau.

Connecter dans chaque région, par niveau, les établissements de formation technologique et les établissements exerçant dans d'autres champs, impliqués dans l'avenir de l'industrie : design, management, gestion, etc. autour des enjeux de l'industrie du futur. Les inciter à faire des offres communes, notamment en formation continue.

Inciter les établissements de formation professionnelle à vocation industrielle, de tous statuts, à tous niveaux, dans toutes spécialités, à développer des voies innovantes de l'alternance permettant une meilleure pénétration, dans les PME, des pratiques et des technologies de l'industrie du futur.

Mettre en réseau les plates-formes de formation aux technologies de l'industrie du futur (usines-écoles, ateliers-écoles, FabLabs, etc.) sur chaque territoire régional. Coupler ces plates-formes de formation aux « vitrines de l'industrie du futur », aux *showrooms* existants sur le territoire, de façon à construire dans chaque région, sous une forme articulée, un catalyseur de la transformation.

### Principales recommandations concernant les écosystèmes subrégionaux ou locaux

Donner accès à une information adaptée aux préoccupations du chef d'entreprise, à partir notamment des productions des observatoires des métiers (branches et/ou filières).

Faire des plates-formes de formation aux technologies et des vitrines de l'industrie du futur des lieux de vie sociale industrielle.

Gagner la confiance de chaque chef d'entreprise concerné. Mobiliser les acteurs qui ont sa confiance : autres chefs d'entreprise, experts-comptables (à former à cela)... Choisir avec discernement les « intervenants » sur le terrain, ils doivent être préparés à leur mission.

*LA MONTÉE EN COMPÉTENCES TECHNOLOGIQUES DES PME  
LE CAS DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES*

Veiller à ce que les établissements de formation professionnelle à vocation industrielle, à tous niveaux, dans toutes spécialités, qui sont souvent les premières vitrines de l'industrie pour les jeunes, leur en donnent une image positive. Mobiliser les collectivités territoriales sur les volets « immobilier et moyens » au profit de ces établissements.

### Bienvenue dans un futur hyperindustriel (\*)

C'est dans (un) cadre global, « hyperindustriel », combinant étroitement la compétence industrielle et l'inventivité des services qu'il faut penser notre futur, et non plus seulement sous l'angle de notre compétitivité manufacturière au sens étroit du terme. Cette nouvelle économie s'organisera autour de deux polarités.

D'un côté, il s'agira de développer ces produits-systèmes, à des échelles variées, permettant d'inventer une économie écologique, sobre en ressources, défi central du siècle à venir (mobilité, alimentation, énergie...).

D'un autre côté, l'économie sera de plus en plus centrée sur les individus, leur corps, leur cerveau, leurs émotions. La santé et le bien-être, le divertissement, l'éducation, la sécurité : voilà les secteurs porteurs du futur dans une économie de plus en plus « anthropocentrée ».

Ces deux polarités sont liées. Car le centrage sur l'individu est désormais indissociable de systèmes collectifs complexes. [...]

#### *Nouvel espace d'innovation*

La nouvelle industrie s'appuiera sur des acteurs et des technologies extrêmement variés. La gamme ira de l'assistance interpersonnelle, source d'emplois injustement considérés comme peu qualifiés, aux grandes machineries médico-chirurgicales où s'opère une fascinante convergence entre les sciences de l'ingénieur et les sciences du vivant, en passant par la création et le partage des données sur des populations de plus en plus vastes. Entre individus et systèmes, ce nouvel espace d'innovation et de croissance diffère du monde ancien par bien des aspects :

- comme on l'a dit, industries, services et numérique y sont inextricablement mêlés.
- la dimension territoriale est essentielle, les solutions et les systèmes étant largement spécifiques aux contextes locaux. C'est le territoire qui constitue le laboratoire d'expérimentation, à l'échelle 1.
- les frontières des « filières » traditionnelles explosent, dans l'hybridation générale des savoirs et des cultures. L'avenir est à ceux qui savent sortir de leurs silos.

4) Même si l'innovation est fortement locale, elle permet d'inventer et de valider les composants, les méthodes, les logiciels qui seront la base de nos exportations.

(\*) Pierre Veltz. Les Echos du 13 mars 2018.



# Introduction

*La France a un lourd problème de compétences.*

*Jean Pisani-Ferry, professeur à Sciences Po Paris*<sup>28</sup>

L'industrie est en profonde mutation. Des filières mondiales se sont mises en place qui se redessinent sans cesse. Les modèles d'affaires des têtes de filières changent, effacent progressivement la frontière entre l'industrie et les services, modifient les chaînes de valeur. Des contraintes environnementales et énergétiques poussent l'industrie à repenser ses approvisionnements et ses procédés. La numérisation de l'économie est ici amplifiée par la diffusion de technologies 4.0, dont il est convenu de dire qu'elles fondent une nouvelle révolution industrielle. Sous leurs effets, des chaînes de sous-traitance sont modifiées. Enfin, les comportements des utilisateurs finals des objets industriels<sup>29</sup> évoluent aussi sous l'effet de considérations économiques et écologiques. Pour traiter de ces bouleversements, la France a choisi de parler d'industrie du futur. Mais elle est déjà très présente dans les pays les plus avancés et dans une petite partie du tissu industriel français.

Dans ce contexte, à côté d'aspects purement technologiques traités par ailleurs, l'Académie des technologies, dans un rapport récent<sup>30</sup>, a abordé

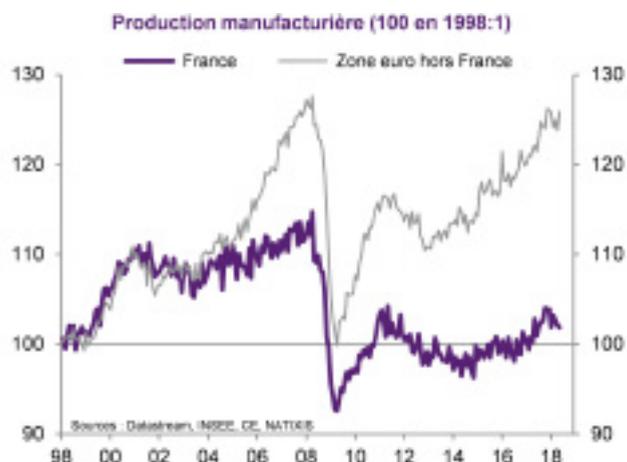
---

28 *Les Echos* du 2 janvier 2018.

29 Produits et services associés.

30 *L'industrie du futur : du système technique 4.0 au système social* (2017), désigné par la suite comme *rapport de l'Académie sur l'industrie du futur*.

l'industrie du futur sous un angle sociétal et social, d'un niveau macro (l'État) à un niveau micro (l'entreprise dans son bassin d'emploi), en passant par des niveaux méso (la branche ou la filière et le territoire régional).



## Notre industrie va mieux

C'est ce que nous disent des études de conjoncture pour 2017<sup>31</sup>. La production manufacturière a accéléré (+2,8 %). Le taux de marge de la branche est satisfaisant (37 %). Les investissements y repartent, les embauches aussi. L'emploi salarié direct a augmenté en glissement annuel (+7 100). Le taux d'utilisation des capacités de production est élevé. Les entreprises ont globalement reconstitué leurs marges. Les PME industrielles déposent un nombre important et croissant de brevets. Les accélérateurs de PME industrielles pour les transformer en ETI se multiplient et se remplissent. Bpifrance prend des initiatives dont le succès paraît refléter un dynamisme industriel retrouvé.

31 Voir en particulier *L'industrie manufacturière en 2017*. Direction générale des entreprises. Études économiques (2018).

## Notre industrie est très fragile

**P**ourtant, arpentant les territoires à la rencontre d'acteurs du terrain ou analysant des études récentes sur le tissu industriel français, nous mesurons sa fragilité et combien est grande la distance entre le présent industriel et le futur « hyperindustriel » décrit par Pierre Veltz<sup>32</sup>. Et si, par convention, nous admettons que l'industrie 4.0 est le seuil d'entrée dans ce futur, il nous faut alors admettre qu'il faudra une, probablement deux décennies de transformation constante et généralisée, pour le franchir. « Sur l'échelle 4.0, la grande masse des PME industrielles est au niveau 2,5 », répète un bon connaisseur du sujet<sup>33</sup>. Les compétences collectives et individuelles à développer sont nombreuses et assez radicalement nouvelles.

Pour le gouvernement et les collectivités régionales, ce « dossier » ne peut pas être un parmi cent autres semblables, c'est un des tout premiers. Car l'industrie, quelle que soit sa forme ou sa nature, est une activité fortement créatrice de valeur et de richesses<sup>34</sup>, si l'on prend en compte ses effets d'entraînement de toute l'économie et de dynamisation des territoires.

Il est ressorti du rapport de l'Académie sur l'industrie du futur que le tissu français de PME présentait, dans son ensemble, de graves faiblesses qu'il fallait compenser le plus rapidement possible. Il révélait notamment un retard technologique des PME industrielles ; il convient de noter que ce retard concerne d'autres secteurs d'activité. Il est le révélateur de faiblesses françaises qui sont sanctionnées par le déficit chronique de la balance commerciale et le niveau endémique du chômage.

---

32 Voir Encadré N°1 page 31.

33 François Pellerin, directeur du programme Usine du futur pour la Région Aquitaine puis Nouvelle Aquitaine.

34 Richesses créées qui seraient utiles, par redistribution, à l'Hôpital, à l'École et à l'Université, à la Police et à la Justice, etc., où les ressources font tant défaut.

**Nos réflexions sur les PME du secteur industriel peuvent être transposées à d'autres secteurs d'activité, dans la mesure où nous nous focalisons sur les compétences associées aux technologies numériques qui les transforment tous.**

### Un point de comparaison France / Allemagne, une allusion à l'Italie

Rappelons que « depuis 2000, la valeur ajoutée (de l'industrie française) a décliné de 7 % alors qu'elle a progressé de 30 % outre-Rhin. Si bien que l'industrie allemande pèse désormais 3 fois plus que sa concurrente tricolore, alors que le rapport n'était que de 1 à 2 au début du siècle. [...] Les entreprises industrielles affichent une faible rentabilité. Malgré une remontée en 2016, le retour sur capitaux engagés reste inférieur à 10 % quand il faudrait au moins 15 % pour leur permettre de se montrer offensives, selon le cabinet Roland Berger. En conséquence, elles ont sous-investi pendant des années et leur outil a dangereusement vieilli. <sup>1</sup>»

Sur ces dernières années, l'investissement productif a progressé en France et en Allemagne de la même façon (les deux pays sont au niveau 130 en 2017, pour une base 100 en 2006). Mais les niveaux en valeur absolue sont différents. Cet investissement concerne chez nous l'immobilier et les logiciels ainsi que les droits de propriété intellectuelle. « En France, le poids des brevets et des logiciels est plus élevé que celui des machines, c'est ce qui nous distingue de l'Allemagne où l'industrie est en pleine révolution vers le 4.0. C'est aussi le reflet de spécialisations et de compétitivités très différentes. <sup>2</sup>»

« Il y a un problème de qualité d'investissement en France. La part des investissements en nouvelles technologies est faible. Les entreprises françaises investissent dans un capital peu sophistiqué. L'augmentation de l'intensité capitalistique ne génère pas de gains de productivité. [...] Les entreprises françaises sont deux fois moins nombreuses à se lancer à l'exportation que les entreprises italiennes, elles investissent peu en R & D. Cela pose question sur la culture des dirigeants mais aussi sur le manque de compétence de la population française. <sup>3</sup> »

1 Des pistes pour relancer l'industrie tricolore, Denis COSNARD, *Le Monde*, 28 septembre 2017.

2 Editorial de *L'Opinion* du 2 janvier 2018.

3 Patrick Artus, directeur de la recherche de Natixis. Interview dans *Les Echos*, mise en ligne sur le site [lesechos.fr](http://lesechos.fr) le 7 août 2018.

Les gouvernements successifs ont eu conscience de ces faiblesses et ont pris des mesures pour les pallier avec comme référence ou perspective le Mittelstand allemand, un ensemble de grosses PME et d'ETI, plutôt familiales et globalement dynamiques et exportatrices. Ces initiatives ont eu des effets dans l'ensemble positifs, mais insuffisants.

La fragile embellie conjoncturelle, au moment où nous rédigeons ce rapport (2017-2018), ne doit pas dispenser notre pays d'un effort considérable pour mettre nos PME « à niveau » en termes de compétitivité, coûts et hors coûts<sup>35</sup>. La France, en effet, peut profiter d'une conjoncture mondiale favorable mais sa structure industrielle d'ensemble, la nature et le niveau de qualité de son offre, rapportés à ses coûts, ne lui permettent pas d'en profiter à la même hauteur que la plupart de ses principaux compétiteurs.

Si la compétitivité coûts semble s'améliorer grâce à des dispositifs qui tendent à compenser la hauteur du niveau de charges des entreprises — ces dispositifs ne sont que des palliatifs — la compétitivité hors coûts, à mettre en parallèle, est un défi majeur qui n'a pas su être, dans l'ensemble, relevé. Elle passe par une montée en créativité et en qualité des offres, parfois par de nouveaux modèles d'affaires, par une numérisation accrue et, par conséquent, par une montée en compétences des entreprises. Elle appelle des investissements en capital matériel et immatériel et en capital humain. Elle requiert aussi une transformation des organisations, une évolution des pratiques de management, une nouvelle expression du sens et de la mission des entreprises.

Dans plusieurs de ses avis et rapports récents — ceux-ci ont été évoqués dans l'avant-propos et repris dans les « repères bibliographiques » en fin de rapport — l'Académie des technologies a abordé sous divers angles la situation des PME. Il y sera fait référence.

Le présent rapport ne prend pas en compte d'autres facteurs de la compétitivité des entreprises qui ont une influence sur la capacité des PME à investir et à monter en compétences, comme la fiscalité, les taxes sur la production, donc le coût du travail, l'accès au crédit, etc. Nous ne pouvons pas

---

35 La compétitivité coûts se mesure en comparant le coût du travail et du capital d'un pays ou d'une entreprise avec celui de ses compétiteurs. La compétitivité hors coûts (ou hors prix) se mesure en comparant non plus les coûts, mais les positions relatives d'un pays ou d'une entreprise sur tous les autres fondements de la concurrence : la qualité, l'innovation, le design, le niveau technologique, la fiabilité des offres, la qualité des services...

traiter avec une égale profondeur tous les déterminants de ces processus. Nous ne prenons pas non plus en compte la législation du travail. Celle-ci avait été mise en évidence, dans le rapport de l'Académie sur l'industrie du futur, comme facteur pouvant faciliter — ou non — son émergence. Les dispositions prises en 2018, réformant par ordonnances le Code du travail allant globalement dans le sens d'une plus grande flexibilité des entreprises, nous ne revenons pas sur ce point. En revanche nous évoquerons les projets du gouvernement sur l'apprentissage et la formation professionnelle.

Avant d'aller plus avant, il est nécessaire de préciser le périmètre de l'étude et d'avoir un point de vue d'ensemble de la situation des entreprises qu'il englobe, en ce qui concerne la diffusion des technologies numériques, dont les technologies 4.0.

**Le périmètre de notre rapport se limite aux PME industrielles, mais cet exemple peut servir pour d'autres secteurs d'activité.**

Les problèmes soulevés par la montée en compétences de ces entreprises sont transposables à d'autres secteurs d'activité, qui eux aussi doivent faire face à de lourds défis à relever (bâtiment, commerce, banques et assurances, services à la personne, etc.).

Les PME, au cœur de nos réflexions, ont les caractéristiques suivantes :

- elles ont de 10 à moins de 250 salariés, un chiffre d'affaires inférieur ou égal à 50 M€ et un bilan inférieur ou égal à 43 M€ .
- ce sont des entreprises industrielles (manufacturières, extractives et autres) ou de services (activités spécialisées scientifiques et techniques, services administratifs et de soutien),
- elles ne sont pas filiales d'une grande entreprise ni ne sont une composante d'un groupe industriel, mais elles peuvent être contrôlées par des investisseurs financiers .

### Quelques données sur les entreprises industrielles (\*)

Typologie d'entreprises sur la base du nombre de salariés :

GE, grandes entreprises	[5 000 – ...]
ETI, entreprises de taille intermédiaire	[250 – 4 999]
PME, petites et moyennes entreprises	[10 – 249]
MIC, microentreprises	[0 – 9]

Données pour les PME de deux secteurs	Nombre	Emplois	ETP (moyenne)
Industries manufacturières, extractives et autres	24 600	868 000	32
Activités spécialisées, scientifiques et techniques, services administratifs et soutien	22 100	672 000	27

ETP : nombre d'équivalents temps plein.

Répartition par tailles des PME manufacturières :

[10-19] = 45% [20-49] = 35% [50-249] = 20%

Répartition des PME manufacturières non-technologiquement innovantes :

[10-19] = 36% [20-49] = 39% [50-249] = 54%

Par ailleurs, il existe 1 500 GE et ETI industrielles, d'une part et 190 000 MIC industrielles, d'autre part. Les unes et les autres ne seront pas au cœur de notre travail mais elles seront parfois évoquées. Des recommandations concernant les moyennes entreprises valent aussi pour des ETI et des recommandations concernant les petites entreprises valent aussi pour des MIC.

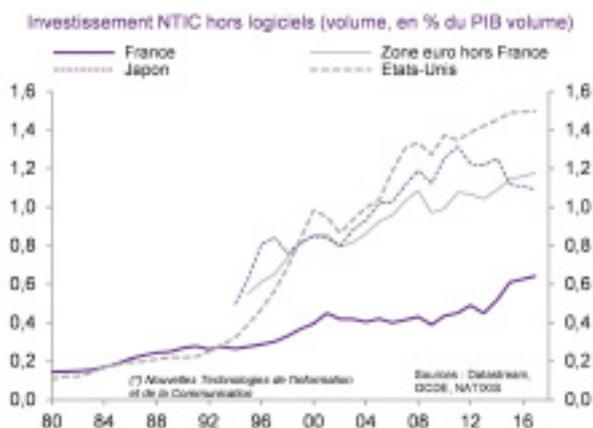
(\*) Insee, *Les entreprises en France* — Édition 2017.

#### Encadré N° 2

Les données globales INSEE (encadré ci-dessus) ne dégagent pas, dans les PME « activités spécialisées », celles qui sont strictement de services à l'industrie.

LA MONTÉE EN COMPÉTENCES TECHNOLOGIQUES DES PME  
LE CAS DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES

Par convention, nous nommerons ici « PME industrielles » des entreprises manufacturières, extractives et autres, d'une part et des entreprises exerçant des activités techniques, etc. au service de l'industrie, d'autre part.



**Le retard des PME françaises, prises globalement, face à la montée en puissance du numérique est un handicap majeur pour notre économie et, au-delà, pour notre société.**

Il nous semble utile de rappeler, avant de nous focaliser sur les technologies numériques, que 40 % des PME manufacturières françaises ne sont pas technologiquement innovantes, toutes technologies confondues, et que cette proportion monte à 54 % pour les plus grosses (50 à 249 salariés).

De récentes publications du Conseil national du numérique (CNNum) et de Bpifrance soulignent le retard pris par nos PME concernant leur entrée dans l'ère numérique (voir le graphique ci-dessus et l'encadré ci-dessous).

*Les PME françaises sont menacées de mort numérique.*

*Jean-Marc Vittori, éditorialiste économique*

### Des marqueurs du retard des PME et ETI françaises

*Enquête menée auprès de plus de 1 800 dirigeants (\*)*

*– Premier extrait –*

- 87 % d'entre eux n'affichent pas la transformation numérique comme une priorité stratégique pour leur entreprise.
- 47 % pensent que l'impact du digital sur leur activité ne sera pas majeur avant 5 ans.
- 45 % n'ont pas de vision de la transformation digitale de leur entreprise.
- 60 % n'utilisent pas ou peu les données (data) pour améliorer leur offre ou la relation client.

(\*) Bpifrance. Histoire d'incompréhension. Les dirigeants de PME et ETI face au digital (septembre 2017).

#### Encadré N° 3

D'autres chiffres, certes de natures différentes, même s'ils éveillent des controverses, illustrent néanmoins ce retard. En France 70 % des entreprises de plus de 10 salariés (tous secteurs) possèdent un site internet contre 90 % en Allemagne. Le nombre de robots installés, par tranche de dix mille salariés dans l'industrie, est de 127 en France contre 301 en Allemagne. La Suède, le Danemark, la Belgique, l'Italie, l'Espagne et l'Autriche devancent aussi la France.

#### ■ Des enquêtes récentes donnent quelques signes encourageants d'évolution.

Il faut toutefois les relativiser car soit leurs fondements statistiques sont sujets à caution scientifique (taille des échantillons), soit leur représentativité de l'ensemble des PME n'est pas établie (surreprésentation des grosses PME et des ETI par rapport aux petites PME et MIC). Ces enquêtes révèlent néanmoins une évolution globalement positive ; elle reste limitée et fragile (voir l'encadré ci-dessous). Elles ne réduisent donc pas nos préoccupations concernant notamment les petites entreprises industrielles.

### Quelques signes d'amélioration

#### Enquête menée auprès d'environ 150 dirigeants de grosses PME et ETI (\*)

- 80 % des entreprises industrielles interrogées déclarent être engagées dans la transformation de leur modèle d'entreprise.
- Un industriel sur deux a formalisé ou est en cours de formalisation de sa feuille de route en 2017, contre un sur trois en 2016.
- Neuf industriels répondants sur dix ont un membre du comité de direction en charge du sujet. Il s'agit du directeur général dans un cas sur deux.
- Une entreprise sur deux a mis en place un plan de formation pour accompagner cette transformation. 40 % des industriels interrogés ont déjà modifié leur organisation. C'est deux fois plus qu'en 2016.
- Moins d'une entreprise industrielle sur quatre a déjà identifié les nouveaux profils du management de proximité et du top management nécessaires à cette transformation.
- Un industriel sur trois a déjà identifié de nouveaux services digitaux susceptibles de créer de la valeur ajoutée et également d'améliorer son expérience client.

(\*) Baromètre 2018 EY / Opinion Way de l'industrie du futur en France. Il s'appuie sur une enquête menée auprès de 152 dirigeants d'entreprises industrielles de 100 salariés et plus (PME et ETI), réalisant un chiffre d'affaires d'au minimum 20 millions d'euros, qui ont été interrogés fin 2017.

#### Encadré N° 4

**Allons-nous vers une extinction massive de « l'espèce » des petites entreprises industrielles ? 20 à 40 % d'entre elles, selon les secteurs d'activité, seraient en situation préoccupante.**

La question mérite, à nos yeux, d'être posée en ces termes, Mais cette issue n'est pas certaine, ce n'est pas une fatalité. La mobilisation pour l'éviter ne peut pas tarder. Avec cette « ardente obligation » en tête, nous allons successivement aborder :

- le processus de montée en compétences technologiques, pour mieux le cerner ;

## *INTRODUCTION*

- les facteurs endogènes ;
- et les facteurs exogènes de la montée en compétences des PME.

Ce sera pour nous l'occasion de recommander diverses mesures tendant à la provoquer et à la faciliter.



# Première partie

## Les processus de montée en compétences technologiques des PME

Ces processus, qui sont multidimensionnels et multifactoriels, s'inscrivent dans des transformations des entreprises, ils en sont un des volets.

Le titre du rapport évoque des compétences technologiques ; il apparaît clairement qu'elles sont indissociables de compétences non-technologiques. De nouvelles manières de faire appellent de nouvelles manières de penser, de s'organiser, de partager, d'entreprendre. Nous avons pu observer que la montée en compétences technologiques pouvait être en théorie plus rapide que la progression en compétences non-technologiques. Or le plein « rendement » des premières est conditionné à l'efficacité des secondes.

Les deux types de compétences ont donc partie liée. Cela fait écho, au niveau microéconomique où nous nous situons, à ce que l'historien des techniques Bertrand Gille écrivait pour un niveau supérieur : « *L'adoption d'un système technique entraîne nécessairement l'adoption d'un système social.* »<sup>36</sup>

---

36 Rapport de l'Académie sur l'industrie du futur. Pages 49 et 50.

**Le postulat central de ce rapport est qu'il ne peut y avoir de montée en compétences technologiques sans progression en compétences non-technologiques et que ces évolutions sont subordonnées à des choix stratégiques et organisationnels préalables<sup>37</sup>. Une conséquence [générale] et pratique est que l'accompagnement des PME dans leur montée en compétitivité et en compétences ne peut pas être opéré par des « intervenants »<sup>38</sup> venant du seul champ technologique.**

## 1.1 — Les fondements, ou les justifications, d'une montée en compétences d'une PME peuvent être exogènes ou endogènes

Les montées en compétences peuvent être décidées par une direction d'entreprise sur la base d'une analyse anticipée des évolutions des marchés et de la concurrence, des forces émergentes à l'œuvre, des facteurs-clés de succès nouveaux, d'une part et/ou d'une analyse de paramètres internes dégradés, d'autre part. Force est de constater — les témoignages recueillis le montrent souvent — que, dans de nombreux cas, elles trouvent leur origine et leur justification dans un moment de crise.

**Dans les PME, plus sujettes aux contraintes du temps court que les GE<sup>39</sup>, l'anticipation sereine d'une montée en compétences, dans le cadre d'une stratégie délibérée et anticipée, est assez rare.**

---

37 Voir en particulier le paragraphe 1.2.2.

38 Les « intervenants », dans ce rapport, sont des personnes physiques, représentant des structures publiques ou consulaires, des établissements de formation ou de recherche, etc. ainsi que d'organisations privées : associations, sociétés d'ingénierie et de conseil, etc. Leur point commun est que ces personnes physiques sont au contact direct des dirigeants d'entreprise.

39 Hors les grandes entreprises qui vivent sous le régime de la « *dictature du Quarterly Report* »...

C'est la prise de conscience ou la révélation soudaine d'une situation défavorable, une contrainte nouvelle non prévisible ou mal anticipée, un dysfonctionnement interne subit qui enclenche alors un processus correctif qui appelle de nouvelles compétences ou des compétences renforcées.

### UMA Usinage

*30 salariés — 3,30 M€ (dont 10 % à l'export) — Région Hauts de France.  
Découpage, emboutissage et tôlerie. (\*)*

« Nos clients nous réclamaient des lots de moins en moins importants, ce qui nous obligeait à stocker et donc faire des avances de trésorerie, le tout sans augmenter les prix. Nous avons également des problèmes de délais. Quand en 2016, notre chiffre d'affaires a chuté de 10 % nous avons contacté l'UIMM et le CETIM. »

« Les trois réflexions, stratégiques, organisationnelles, technologiques, sont liées. Le point de départ c'est l'orientation stratégique. »

« Pour continuer à dégager une marge, il vaut mieux utiliser les ressources actuelles et investir dans des moyens innovants. »

La démarche participative « a rendu tout le monde solidaire du processus de modernisation. »

#### *Les étapes – clés*

- Analyse fine des raisons des retards. Identification d'une phase critique : le conditionnement et le contrôle des pièces. Nouveau dispositif automatisé. Augmentation de 50 % des cadences. Économie réalisée sur chaque pièce en réintégrant le contrôle.
- Mise en place de robots collaboratifs, déplaçables, facilement reconfigurables.
- Amélioration des conditions de travail : réduction des poussières abrasives dans l'atmosphère, diminution des troubles musculo-squelettiques.

« Autrefois on prenait le temps de régler la machine que l'on lançait en production pour plusieurs jours. Aujourd'hui, il faut reconfigurer rapidement les équipements pour produire quelques heures seulement. »

(\*) Source : *Mécaspère* N° 44 de décembre 2017. Publication de Proméca et de ses partenaires (FIM, CETIM, Business France, etc.).

### 1.1.1 — Les variables exogènes

**Les variables exogènes pouvant déclencher le processus, sont relatives à un affaiblissement plus ou moins rapide, plus ou moins localisé, des positions de l'entreprise sur ses marchés.**

Les fondements ou les justifications de décisions entraînant une montée en compétences peuvent être liés à des considérations extérieures à l'entreprise qui justifient sa réaction :

- Perception d'un retard par rapport aux entreprises concurrentes, soit du côté de l'offre, soit du côté des procédés mis en œuvre, soit des deux.
- Perte d'un marché ou du renouvellement d'un marché.
- Dégradation de paramètres commerciaux : niveau de retours clients, niveau de réclamations, niveau d'inventus, etc. et baisse du chiffre d'affaires.
- Demande nouvelle de la part des clients, soit concernant les spécifications du produit et/ou du service (nouvelles fonctionnalités par exemple), soit concernant les modalités de sa fourniture (petites séries différentes, délais courts, etc.), soit enfin concernant les prix pratiqués, ce qui conduit à revoir les coûts et donc parfois l'offre et/ou souvent les procédés.
- Nouvelles normes s'appliquant à l'entreprise (environnementales, par exemple) qui conduit à revoir les caractéristiques d'un produit et/ou celles d'un procédé de fabrication.

### 1.1.2 — Les variables endogènes

**Les variables exogènes pouvant déclencher le processus, sont relatives à une dégradation des paramètres internes de l'entreprise, à une perte de cohésion, parfois de cohérence**

Les fondements ou les justifications internes de décisions qui entraînent une progression en compétences sont de natures diverses. Certaines reviennent

fréquemment :

- baisse des marges ;
- dégradation de paramètres de gestion physique : niveau des rebuts, niveau des stocks, temps des cycles de fabrication, etc.

#### ACTI METAL INDUSTRIE

*45 salariés – 3,30 M€ (5 % à la R & D) – Nouvelle Aquitaine. Tôlerie fine, mécano soudure, chaudronnerie, usinage, découpe, emboutissage, peinture, montage. (\*)*

Le déclencheur a été la crise de 2008 – 2009. Plusieurs décisions ont été prises : celle de l'automatisation et de la robotisation, celle de l'acquisition externe pour atteindre de nouveaux marchés, enfin celle du développement du bureau d'études afin de prendre les affaires dès la phase de conception et livrer un produit complet.

Ces décisions ont conduit à « faire grandir l'informatique », à introduire un nouveau système d'information :

« Il faut bien comprendre que le chaudronnier qui frappe à coups de maillet sur les pièces ou le soudeur torche en main, c'est aujourd'hui du passé. [...] La montée en compétences de toutes les équipes est constante. [...] Les métiers vont continuer de changer. »

« Pour rester dans cette dynamique de modernisation, il faut que (le chef d'entreprise) sache prendre du recul. Nous, industriels, nous avons besoin les uns des autres et des partenaires locaux. »

(\*) Source : *Mécasphère* N° 44. Op. cit.

#### Encadré N° 6 — Un cas de PME

- nombre de saisines des instances du personnel (CE, CHSCT, délégués syndicaux) concernant les conditions de travail ;
- niveau de *turnover* des salariés, plus grande difficulté que les concurrents à attirer des collaborateurs ; les raisons sont en général diverses, certaines peuvent être liées au territoire d'implantation de l'entreprise, d'autres peuvent concerner son niveau d'équipement, la nature des tâches demandées. L'image de l'entreprise est alors engagée.

Que ce soit sous ces contraintes ou par anticipation des évolutions des marchés et des règles du jeu concurrentiel, les entrepreneurs choisissent des options ou prennent des décisions stratégiques qui appellent des progressions en compétences, technologiques et non-technologiques.

### 1.1.3 — La nécessaire réaction des PME menacées

**Face à la dégradation de ses positions ou de ses paramètres de gestion, la PME doit, au-delà d'une mise à niveau, prendre des options concernant son positionnement stratégique**

La liste des décisions présentée ci-dessous n'est pas exhaustive, même si elle essaye d'y tendre. Elles ont toutes en commun d'appeler une modification des compétences collectives ; cela requiert une modification des compétences individuelles de collaborateurs ou l'adjonction de nouvelles compétences par embauche ou par le biais de partenariats.

Sans que nous puissions aller, dans notre rapport, jusqu'à ce niveau de précision, il conviendrait de distinguer dans l'ensemble des PME industrielles, afin de préciser la nature des compétences requises, d'une part les PME conceptrices (ou co-conceptrices) et productrices et d'autre part les PME productrices sous-traitantes. Nous restons ici à un niveau général.

Une analyse des processus de montée en compétences montre que cette progression peut être soit la conséquence d'une « simple » mise à niveau technologique, soit celle de décisions à caractère stratégique plus lourdes d'impacts :

#### Décisions concernant l'offre de produits et/ou services de l'entreprise

- développement d'une offre de produits et/ services propres. Implications possibles :
  - création ou développement d'un bureau d'études,

- création ou développement d'une fonction marketing et d'une force commerciale et/ou de distribution.
- différenciation de l'offre en termes niveau de gamme et de qualité, de fonctionnalités des produits et/ou services, d'usages, de respect de l'environnement, etc. :
  - Adjonction de nouvelles compétences en marketing, en design, en technologies, etc.
  - Certifications à obtenir pour être dans des référencements.
- proposition d'un nouveau modèle de relations aux clients / usagers : pour une entreprise manufacturière, conception des services à rendre avant même la conception des produits à fabriquer. Vente d'une fonction, d'un usage ou d'une solution et non plus d'un produit :
  - adjonction de nouvelles compétences techniques, économiques, en design, en marketing, commerciales.
  - adjonction de compétences dans la gestion de plates-formes.
- développement international :
  - renforcement de compétences linguistiques.
  - renforcement de compétences en prospection et négociation en milieu international et interculturel.

Décisions se rapportant à l'efficacité opérationnelle et à l'organisation industrielle de l'entreprise

Ces décisions répondent à des exigences de plus en plus prégnantes en termes de qualité, de flexibilité et de réactivité, de temps de cycles et, plus globalement, d'efficacité globale de l'organisation sous les angles économique, social, environnemental :

- Mise en place ou extension d'un système de gestion du cycle de vie des produits ou *Product Lifecycle Management* (PLM) ;
- Mise en place ou amélioration d'un système de gestion des processus industriels ou *Manufacturing Execution System* (MES) ;
- (Ré) organisation de la chaîne logistique ou *Supply Chain* ;

- Mise en place ou amélioration d'un système de gestion de production au plus juste ou *Lean Management*.

Certaines des décisions concernant les procédés ou l'organisation industrielle de l'entreprise conditionnent son entrée ou son maintien dans un référencement d'équipementier ou de tête de filière.

Dans tous les cas cela requiert l'adjonction de nouvelles compétences de management industriel, des compétences générales associées à des compétences informatiques ou numériques. Les besoins accrus en ces compétences combinées, assez mal satisfaits, ont conduit des écoles d'ingénieurs à proposer des formations intermédiaires, généralistes, à bac +3, des *Bachelors*. Nous y reviendrons.

#### Décisions s'appliquant à l'organisation générale et au management de l'entreprise

- Nouvel organigramme (réduction des échelons hiérarchiques, par exemple) ;
- Développement des modes coopératifs de décision et d'action ;
- Développement de pratiques d'Innovation ouverte ou *Open Innovation*.

Dans tous les cas, cela appelle un développement de compétences non-technologiques.

La liste des décisions présentées ici n'est pas exhaustive, nous l'avons dit. Il peut y avoir aussi, par exemple, des décisions visant à l'ouverture internationale de la PME, au développement de ses exportations. Cette liste révèle la diversité des chemins de la progression en compétences des entreprises et situe les enjeux pour ces dernières mais aussi pour les écosystèmes où elles se situent.

**Il ressort de l'analyse de ces décisions-types que les compétences technologiques et non-technologiques doivent être appréhendées ensemble. Cela s'impose aux entreprises. Cela s'impose aussi aux institutions et aux « intervenants » qui les accompagnent.**

## 1.2 — La diversité des compétences à développer

**Les compétences à développer dans les PME industrielles sont diverses, mais celles qui sont liées aux technologies numériques sont partout nécessaires**

Comme nous l'avons dit, les compétences à développer sont de natures différentes : les unes sont technologiques, les autres sont non-technologiques ou générales<sup>40</sup>. Elles peuvent être collectives ou individuelles.

### 1.2.1 — La grande variabilité des situations

**Les compétences technologiques à maîtriser par les PME industrielles sont différentes d'un secteur à un autre, d'une filière à une autre.**

Ces compétences sont nombreuses et beaucoup spécifiques à chacun des secteurs d'activité. Les compétences en nouveaux matériaux des industries mécaniques n'ont rien à voir avec les compétences nouvelles en génie génétique des industries de la santé. C'est banal. Cependant les phénomènes de grandes convergences disciplinaires — le modèle le plus révolutionnaire étant celui de la convergence NBIC<sup>41</sup> — brouillent les frontières entre secteurs d'activité historiquement disjoints. Les nouvelles offres ou les nouveaux positionnements d'entreprises d'un secteur d'activité  $[S_1]$  peuvent les amener à intégrer des compétences traditionnelles d'autres secteurs,  $[S_2]$ ,  $[S_3]$ , soit par embauches de collaborateurs nouveaux soit par association avec des entreprises de ces secteurs.

**Mais tous les secteurs d'activité ont un point commun : ils sont pénétrés par les technologies numériques, dont celles que l'on nomme les technologies 4.0.**

40 L'adjectif « transversales » est souvent employé, avec quelques confusions dans les contenus. Nous utiliserons ici « non-technologiques » ou « générales ».

41 NBIC: *Nanotechnology, Biotechnology, Information technology and Cognitive science*.

Aussi nous nous y intéressons plus particulièrement. Nous y ajoutons celles qui touchent à l'efficacité industrielle, les unes et les autres ayant partie liée. Ces technologies concernent aussi des entreprises de services qui s'organisent comme des entreprises industrielles. Elles génèrent l'apparition de nouveaux métiers commun comme « développeur Full-Stack », « Creative Technologist », « Data Analyst », « UX Designer », « responsable cybersécurité »<sup>42</sup>, etc. D'autres apparaîtront dans les années à venir qui ne sont pas aujourd'hui envisagés, ni peut-être envisageables.

Après la phase 3.0 de l'industrie (conception et fabrication assistées par ordinateur, numérisation et automatisation, robotique...) et celle des premiers usages de l'internet, où toutes les PME ne sont pas encore, nous sommes entrés dans l'ère 4.0.

Aujourd'hui, les outils contemporains de CFAO ont largement diffusé dans le tissu des PME industrielles, même si elles n'en sont pas encore toutes dotées. Les maquettes numériques qu'ils ont permis d'engendrer deviennent des référentiels numériques pour toutes les équipes mais aussi pour toutes les entreprises intégrées dans une chaîne de valeur, depuis la conception jusqu'à la maintenance, ainsi que pour les clients et les utilisateurs finals. Dans ce contexte, il est devenu évident que la mise en système de ces technologies, pour en tirer la meilleure efficacité, passe par la « continuité numérique » des entreprises et des filières. Devenue une base essentielle de

---

42 Développeur *Full-Stack* : développeur informatique capable de suivre un projet complet, de la conception au déploiement, d'en réaliser le développement, de coder pour tous supports.

*Creative Technologist* : chef de projet numérique, inventeur de nouveaux usages, expert en design d'interactions et en design graphique. *Data Analyst* : modélisateur et analyste des données, architecte et administrateur des bases de données.

*UX (User eXperience) Designer* : responsable de l'expérience utilisateur, en charge de l'amélioration en continu des parcours des clients, usagers, utilisateurs d'un artefact ou d'un service.

Responsable Cybersécurité ou Responsable de la sécurité des systèmes informatiques (RSSI) : responsable de la sécurité des données, des logiciels de traitement, des infrastructures. Cette liste de nouveaux métiers n'est pas exhaustive. Source : Les Echos du 8 décembre 2016, sur la base de diverses enquêtes.

leur compétitivité, elle est au cœur des stratégies 4.0 que mettent en œuvre les grandes entreprises (GE) et nombre d'entreprises de taille intermédiaire (ETI). Les PME, à leur échelle, doivent s'engager dans cette voie.

#### MANTION

*200 salariés – 35 M€ (dont 4 % à la R & D) – Région Bourgogne Franche-Comté. Ferrures pour portes coulissantes. (\*)*

Les besoins des clients deviennent de plus en plus personnalisés : « Avec la fabrication additive, on peut vérifier immédiatement la faisabilité et l'on repousse toutes les limites de la conception. [...] Pas le biais d'un configurateur accessible sur le site internet de [la société], le client envoie sa demande au bureau d'études qui conçoit le produit et l'industrialise dans la foulée. Le temps de développement a été divisé par trois. [...] Les fichiers issus du bureau d'études sont directement insérés dans la machine de découpe laser. Dans l'atelier tôlerie, tout est automatisé. Les opérateurs sont là pour lancer la production et la surveiller. »

À l'assemblage, « avant on était des robots, on faisait les mêmes gestes toute la journée. L'arrivée de la cellule robotisée s'est accompagnée d'un plan de formation pour apporter les compétences nécessaires aux opérateurs devenus des conducteurs de machines ou de lignes. [...] Avec la cellule robotisée, l'usine a triplé sa capacité de production et les possibilités d'assemblage de pièces de formats différents ont permis de réintégrer la fabrication de pièces [...] jusqu'à présent importées d'Asie. »

(\*) Source : *Mécasphère* N° 44. Op. cit.

#### Encadré N° 7 — Un cas de PME

**La continuité numérique des entreprises est au cœur des stratégies 4.0.**

**La continuité numérique des filières est en jeu et la place des PME sous-traitantes, dans ces filières, est en cause.**

La continuité numérique va permettre de rassembler sur des plates-formes partagées et d'enrichir continuellement toutes les données sur un produit et d'en optimiser la réalisation, le service après-vente, etc. « Les plates-formes numériques sont essentielles car elles rassemblent les données, les talents,

les idées, les solutions », soutient Pascal DALOZ, directeur général adjoint de Dassault systèmes<sup>43</sup>. Les plates-formes numériques, leur conception, leur gestion, correspondent à des compétences spécifiques de l'industrie 4.0.

Les principales technologies qui fondent l'industrie du futur, mais qui sont déjà, pour certaines, opérationnelles dans les entreprises « leaders », sont présentées succinctement en annexe I du présent rapport :

- la robotique collaborative ;
- les données massives ou *Big Data* ;
- l'intelligence artificielle (IA) ;
- l'internet industriel des objets, ou *Industrial Internet of Things* (IIoT) ;
- la réalité virtuelle (RV), augmentée (RA), la réalité mixte (RM) ;
- la fabrication additive ou fabrication 3D ;
- la modélisation et la simulation, le recours aux « jumeaux numériques » ;
- et, bien entendu, les plate-formes numériques.

À quoi il convient d'ajouter la *blockchain* dont les usages sont en phase d'émergence.

**Les outils qui concourent à l'efficacité opérationnelle des entreprises industrielles participent à cette continuité numérique.**

**N**ous retrouvons ici les outils de gestion du cycle de vie des produits ou *Product Lifecycle Management* (PLM), de gestion de la chaîne logistique ou *Supply Chain*, de production économe ou *Lean Manufacturing*, de gestion des processus industriels ou *Manufacturing Execution System* (MES)<sup>44</sup>. Ils appellent de nouvelles façons de faire et de penser l'industrie, donc de nouvelles compétences. Toutes les PME industrielles, tant s'en faut, ne les ont pas intégrés.

D'autres compétences techniques doivent aussi être développées dans les PME : le marketing et les techniques de ventes, dont l'e-commerce, le design,

43 In Revue *Smart Industries*, N° 16 de février 2018. Page 42.

44 Voir annexe 1.

les langues étrangères, etc. Nous n'en parlerons pas. Nous observons toutefois que l'élévation en compétences dans ces techniques emprunte parfois des voies similaires à la montée en compétences technologiques et qu'elles rencontrent des obstacles semblables ou subissent des entraves comparables.

**L'ensemble de ces technologies industrielles peut être abordé selon deux perspectives ou finalités distinctes : celle de l'AVANTAGE ou celle du RATTRAPAGE.**

La problématique de la montée en compétitivité et en compétences concerne toutes les PME industrielles. Mais toutes ne jouent pas le même jeu, toutes ne font pas face aux mêmes enjeux. La première finalité peut être caractérisée par des mots-clés comme *innovation, pointe, avance, excellence, différenciation* et donc *avantage* ; avantage en termes de compétitivité, avantage concurrentiel. Cela correspond à la finalité des entreprises investissant en R & D, au dessein originel des pôles de compétitivité, aux objectifs de laboratoires en interaction avec des entreprises industrielles et d'organismes dédiés aux transferts de technologies, etc.

La seconde perspective est qualifiée par des mots-clés comme *mise à niveau, adaptation par déploiement* et donc *rattrapage*. C'est l'objectif de branches et de filières, etc. de régions aussi, lorsqu'elles accompagnent dans leur montée en compétitivité et en compétences des entreprises fragilisées par les mutations en cours au sein de filières ou sur leurs marchés propres.

**Chacune des deux perspectives appelle des stratégies spécifiques. Ainsi, il ne va pas de soi pour une institution conçue avec la première finalité, d'être a priori efficiente en poursuivant la seconde. Elle le fera au prix d'une adaptation de ses moyens.**

Par exemple, les pôles de compétitivité ont été créés avec la première finalité (l'innovation dans le droit fil de la recherche collaborative et précompétitive) ; s'inscrire dans une perspective de déploiement technologique dans les PME

à des fins de rattrapage appelle de nouvelles compétences (là aussi) et un temps d'adaptation. Certains pôles y parviennent. Nous en traiterons dans la 3<sup>e</sup> partie.

Enfin, l'expérience montre que la montée en compétitivité et en compétences technologiques doit respecter des étapes, une chronologie, donc demande du temps. Il existe des modèles de maturité (du type CMMI : *Capability Maturity Model Integration*) pour les projets de déploiement de technologies dans les entreprises, qui vont du niveau initial, où la réussite du projet de transformation reste aléatoire, jusqu'au niveau maîtrisé puis optimisé. Ici aussi la montée est progressive. De bonnes pratiques d'accompagnement et d'apprentissage collectif — donc de management — permettent d'accélérer la montée en niveau d'intégration. Nous y reviendrons en évoquant le *Industry 4.0 Maturity Index* de Acatech (voir la section II.2).

### 1.2.2 — La nécessité des multicompetences au sein des PME

**Les PME doivent développer la multicompetence, d'une part et des compétences non-technologiques ou générales, d'autre part, pour intégrer et accompagner les mutations technologiques en cours.**

La pénétration des technologies numériques dans des métiers traditionnels appelle l'adjonction de compétences numériques pour les techniciens en place, de l'ingénieur à l'opérateur. Mais au-delà, les besoins accrus de flexibilité et de réactivité des entreprises, de toutes tailles, appellent une certaine polyvalence des acteurs. « Il faut développer de la pluri-compétence pour plus de polyvalence et permettre ainsi aux techniciens ou aux opérateurs de passer d'un poste à un autre, de travailler sur plusieurs machines. La pluridisciplinarité est un atout aussi pour intéresser les opérateurs concernés. Ils perçoivent l'intérêt d'avancer, d'accroître leur employabilité, ils ont moins de craintes face à la robotisation. »<sup>45</sup>

<sup>45</sup> Témoignage de Thierry URING, délégué général de l'UDIMEC (Union des industries et

Les compétences générales à développer sont comportementales, d'une part et de management, d'autre part ; les unes et les autres ayant des liens entre elles.

**Les compétences ou aptitudes comportementales sont connues mais souvent délaissées dans les programmes d'accompagnement des PME, peut-être parce qu'il est ici question de « l'intime » des entreprises.**

Le Conseil d'orientation pour l'emploi (COE) a, dans un récent rapport, dressé la liste des compétences à développer pour que notre pays s'adapte à la transition numérique en cours<sup>46</sup>. Il les a classées par ordre de sollicitations décroissant :

- autonomie ;
- travail en équipe ;
- apprendre à apprendre ;
- résolution des problèmes au travail ;
- interactions sociales ;
- *numératie* au travail ;
- *littératie* au travail.<sup>47</sup>

Ces compétences sont en fait, pour la plupart, des aptitudes. La culture dominante dans nombre de nos entreprises ne favorise pas leur diffusion.

---

métiers de la métallurgie de l'Isère).

46 COE. Rapport. *Automatisation, numérisation, emploi*, Tome 2 : *L'impact sur les compétences* (septembre 2017). On pourra aussi se reporter au World Economic Forum Report. *The Future of Jobs* (2016) qui présente le « Top 10 » des compétences à l'horizon 2020, vu de Davos.

47 Les concepts de *numératie* et de *littératie* sont utilisés par l'OCDE, notamment dans son Programme international pour l'évaluation des compétences des adultes (PIAAC). La *littératie* est « l'aptitude à comprendre et à utiliser l'information écrite dans la vie courante, à la maison, au travail et dans la collectivité en vue d'atteindre des buts personnels et d'étendre ses connaissances et ses capacités ». La *numératie* désigne « la capacité de comprendre les chiffres et de s'en servir pour raisonner ».

**Ainsi, l'aptitude apparaissant comme la plus sollicitée dans la nouvelle économie est l'autonomie. Or c'est l'une de celles où la France a le plus grand retard collectif par rapport à ses compétiteurs et même où elle régresse.**

Le *World Value Survey* place à cet égard la France en mauvaise position (58<sup>e</sup> position sur une centaine de pays évalués)<sup>48</sup> et une récente étude de la DARES montre que l'autonomie régresse aujourd'hui dans les entreprises, pour l'ensemble des catégories socioprofessionnelles<sup>49</sup>. Il convient toutefois de souligner deux points ici : (i) l'autonomie n'est pas une revendication pour tous les acteurs dans les entreprises, il semble qu'elle le soit plutôt par les diplômés du supérieur et plutôt par les jeunes générations ; (ii) l'industrie, par certaines de ses exigences normatives, n'est pas le secteur le plus perméable à l'autonomie des acteurs, d'où la nécessité, pour attirer de jeunes générations notamment, de ménager des espaces d'initiatives, nous y reviendrons.

Les compétences générales incluent celles de management, dont celles de management (ou gestion) de projet.

**Plus les technologies 4.0 se diffusent, et plus la valeur ajoutée humaine devient essentielle.**

Plus l'entreprise est pénétrée par des technologies qui la transforment, plus les managers doivent avoir cette *valeur ajoutée humaine* qui se concrétise par l'accompagnement dans la résolution de difficultés, par un monitorat bienveillant, etc. Les managers, singulièrement dans les PME, ont en général été mieux préparés à la manipulation d'outils de gestion qu'à la pratique de l'écoute, de l'empathie, de l'accompagnement.

---

48 Rapport de l'Académie sur l'industrie du futur. Pages 44 et 159.

49 Étude de la DARES citée dans : L'autonomie contre l'individualisme. Pouvoir d'agir et capacité de coopérer. Revue CFDT Cadres. N°471 (2016).

**En termes de comportements, les managers ne doivent pas se retrancher derrière les prescriptions des outils numériques et pour esquiver l'échange qu'une transformation nécessite, voire la confrontation qu'une mutation génère parfois. Le retranchement et l'esquive sont des risques comportementaux. Une préparation adéquate ou un mentorat approprié peut permettre aux managers de ne pas y verser. [R]<sup>50</sup>**

**Dans nombre de PME, des compétences en management, de l'équipe jusqu'à l'entreprise dans son ensemble, font défaut, ou ne sont pas adaptées à l'ère nouvelle.**

*« C'est une très grande préoccupation des dirigeants d'adapter leur mode de management à la nouvelle situation qu'engendre l'intégration de technologies 4.0. [...] L'industrie du futur va en quelque sorte propulser l'opérateur au cœur des projets, car c'est lui qui prend en mains les outils et c'est son savoir-faire qui est exploité pour les développer. Il devient ainsi un des principaux acteurs du projet. Sauf que l'encadrement intermédiaire voit son rôle bouleversé, car il doit passer d'un rapport hiérarchique à une approche plus collaborative. Cette évolution transversale du management n'est pas toujours simple à mettre en place car elle rompt avec des années de rapports hiérarchiques verticaux »* note Daniel Richet, directeur du développement du Cetim.<sup>51</sup>

La réduction du nombre de niveaux hiérarchiques qui pourrait être une tendance de fond (elle concerne plus particulièrement les grosses PME, les ETI et au-delà) remet en cause l'encadrement intermédiaire tel qu'il est conçu aujourd'hui. Sa place doit être repensée pour l'amener à participer de façon positive aux changements technologiques et organisationnels associés. Les dirigeants, par leurs pratiques, font (ou pas) monter en compétences collectives leur entreprise.

50 [R] = recommandation.

51 In *Smart Industries*. Op. cit. Page 44.

**Des compétences en gestion de projet — pratique la plus appropriée pour la conduite d'un changement organisationnel ou pour la préparation d'une offre nouvelle sur un marché — sont à renforcer. [R]**

Un autre volet prend une place accrue : **le management de la transition numérique**. C'est un cas particulier, mais crucial du management de (ou par) projet. Il peut être porté en interne par le chef d'entreprise et/ou un collaborateur direct ; il peut correspondre à une fonction partagée entre quelques PME d'un même bassin d'emplois ou bien faire l'objet d'une mission de conseil. Cela a un coût qui doit être intégré dans les budgets de la transformation des entreprises.

Nous reviendrons sur ces aspects lorsque nous traiterons du pilotage des PME dans la 2<sup>e</sup> partie du rapport.

Les compétences générales ne sont pas seulement nécessaires aux fonctions d'encadrement dans les entreprises. Elles concernent tous les collaborateurs, y compris ceux qui sont de basses qualifications.

**L'exigence d'un socle commun de connaissances et de compétences non-technologiques ayant paru incontournable aux partenaires sociaux, ils ont conçu une certification spécifique, le certificat CléA. La démarche s'articule autour d'un référentiel unique, particulièrement adapté aux personnes sans aucune certification. Étant interprofessionnel et reconnu au niveau national, le certificat CléA doit garantir un niveau d'exigence homogène sur tout le territoire et dans tous les secteurs d'activité<sup>52</sup>. Il n'est pas suffisamment utilisé. [R]**

52 Le référentiel de la certification CléA compte 108 critères d'évaluation répartis en 7 domaines :

- la communication en français,
- l'utilisation des règles de base de calcul et du raisonnement mathématique,
- l'utilisation des techniques usuelles de l'information et de la communication numérique,
- l'aptitude à travailler dans le cadre de règles définies d'un travail en équipe,
- l'aptitude à travailler en autonomie et à réaliser un objectif individuel,
- la capacité d'apprendre à apprendre tout au long de la vie,
- la maîtrise de gestes et postures, le respect de règles d'hygiène, de sécurité et environnementales élémentaires.

Les compétences générales qui, par essence, ont une certaine universalité, incluent désormais des capacités d'usage de base du numérique ; elles concernent tous les niveaux dans l'entreprise : elles ont trait aux données, aux outils collaboratifs, à la création de contenu en ligne, à la sécurité numérique, etc.

Dans la continuité du *certificat CléA*<sup>53</sup>, les partenaires sociaux viennent de créer le *certificat CléA numérique* ; il s'appuie sur quatre compétences clés :

- identifier son environnement et utiliser les outils associés,
- acquérir et exploiter de l'information dans un environnement professionnel numérisé,
- interagir en mode collaboratif,
- appliquer les règles et bonnes pratiques de la sécurité numérique.

Le *CléA numérique* renvoie à un référentiel de certification. Il doit être distingué du *projet Pix* lancé au niveau de l'État<sup>54</sup>, qui est un outil permettant à chacun de tester ses compétences numériques. La relation entre les deux reste à construire.

**Le certificat CléA numérique et le projet Pix, lorsqu'ils seront opérationnels, marqueront une avancée dans la prise en compte de la transversalité, de l'universalité de compétences générales associées au numérique. Un effort de promotion de ses outils est à consentir, massif et rapide, avec les dispositifs de formation et d'accompagnement palliant les lacunes révélées. [R]**

D'autres compétences générales peuvent être nécessaires pour la mutation des entreprises. Nous ne faisons que les évoquer ici. Nous pensons particulièrement, dans deux domaines fort différents, à :

- **la pratique des langues étrangères** (anglais en premier lieu), pour permettre une meilleure internationalisation des activités ;

53 Voir le rapport de l'Académie sur l'industrie du futur page 77.

54 Site de *Pix* : <https://Pix.beta.gouv.fr/projet>

- **une culture du design**, notamment dans les PME conceptrices ou co-conceptrices de produits ou de solutions propres.

### *1.2.3 — Les compétences collectives et individuelles renvoient des unes aux autres*

La montée en compétences des PME, dont nous traitons ici, est d'abord considérée de façon globale, collective. Le développement d'une compétence collective peut être obtenu par un réagencement de compétences individuelles inchangées. Mais ce cas est assez rare. Une nouvelle façon de faire ensemble implique une nouvelle façon de penser, collectivement et individuellement, et de nouvelles façons de se situer individuellement, de nouvelles connaissances. Pour certains, cela peut nécessiter un accompagnement (formation, mentorat) et donc une évolution de compétences individuelles. En effet, des opérateurs, nous l'avons vu, passent de tâches de production à des tâches de supervision ; des techniciens de maintenance deviennent les garants de la continuité et de la qualité de la production ; etc.

**La montée en compétences se veut collective, par enrichissement du capital humain de l'entreprise. Elle appelle des progressions individuelles en compétences.**

De plus, de nouveaux collaborateurs, porteurs de nouvelles compétences, sont à intégrer dans les équipes existantes. Des responsabilités de management sont déplacées, d'autres sont accrues.

**L'agrégation de compétences individuelles pour faire une compétence collective est un savoir-faire essentiel de management et requiert des aptitudes spécifiques comme la capacité à convaincre et à entraîner mais aussi, de plus en plus, la capacité à constituer et à animer des**

**équipes aux compétences élargies et aux périmètres variables. C'est pourquoi la progression en compétences de *management des équipes* est un des axes de la transformation du tissu industriel. [R]**



## Deuxième partie

### Les facteurs endogènes de la montée en compétences des PME

La montée en compétences technologiques, problématique initiale de notre rapport, renvoie à la question fondamentale de l'appropriation des technologies en jeu, ici des technologies numériques.

#### 2.1 — L'appropriation

**Les processus d'appropriation de nouvelles technologies, ou de nouveaux objets techniques, sont à appréhender par les dirigeants, pour pouvoir penser avec justesse et agir avec discernement, au moment où s'engage leur implémentation**

L'appropriation de nouvelles technologies (ici de conception, de production ou de gestion) est un phénomène complexe, singulier, individuel ou collectif, où se mêlent rationnel et imaginaire, qu'il convient de comprendre pour fonder une réflexion approfondie préalable à toute décision engageant durablement l'avenir de l'entreprise<sup>55</sup>.

---

55 Voir le rapport de l'Académie des technologies : *Quelques réflexions sur la question de l'appropriation des technologies* (2015).

Tout processus d'appropriation — qui est au cœur de la montée en compétences — présente une dimension humaine et sociale forte qui s'appuie sur un substrat de croyances et de convictions influençant le niveau d'acceptabilité de la nouveauté, à trois moments particuliers :

- **l'acceptabilité avant l'usage** : au-delà des imaginaires, elle dépend d'une part de la culture et du climat social de l'entreprise et d'autre part du niveau d'information sur la nouveauté et de culture technologique ;
- **l'acceptation dans la phase de test et de mise en place** : c'est le caractère utilisable et pratique qui est évalué, les effets induits peuvent être observés et mesurés pour certains d'entre eux, et supputés pour d'autres ;
- **l'appropriation dans les phases ultérieures** : elle est fonction des résultats tangibles des deux premiers temps et fonction du niveau existant des compétences requises.

**L'acceptabilité d'une nouvelle technologie, au sens strict, est appréciée à un moment-clé du processus, avant son usage. Elle est fonction d'une réalité sociale.**

Il a été dit que le seuil d'acceptabilité de la transition numérique dépendait de la taille de l'entreprise<sup>56</sup>. Mais parfois, dans un même secteur, de petites entreprises sont plus avancées que des moyennes. Cela dépend pour beaucoup de l'histoire et de la culture de l'entreprise et de caractères de son dirigeant.

Les imaginaires, les opinions portées sur l'entreprise, sur son dirigeant, la culture de l'entreprise et son climat social, les effets supputés de la technologie envisagée, sont des facteurs influençant l'acceptabilité collective. Chacun de ces éléments est à prendre en compte et, si possible, faire l'objet de débats internes circonscrits dans le temps (voir l'encadré ci-après). Il existe aussi des réactions individuelles qui sont influencées par des histoires personnelles et l'appartenance des groupes d'influence.

<sup>56</sup> Témoignage de Pascal Ray, directeur de l'École nationale supérieure des mines de Saint-Étienne (ENSMSE).

**Des théories des comportements sont convoquées ici ; elles sont souvent ignorées des « intervenants » qui accompagnent les entreprises et en général méconnues des équipes de direction. Des actions correctrices sont à prévoir. [R]**

Encadré N° 8

### Reconnaître les fondements de points de vue divergents pour mieux débattre (\*)

« Il convient d'affirmer que les difficultés que peut rencontrer la diffusion d'une innovation, les débats qu'elle peut susciter, ne relèvent pas forcément des comportements irrationnels vis-à-vis d'une invention à l'évidence porteuse de progrès ou, a contrario, d'une néophobie ou d'une nostalgie du passé, mais d'opinions construites, de convictions, de représentations qui peuvent être explicitées et comprises, à défaut d'être partagées. [...]

Reconnaître pleinement le potentiel de changement dont ces technologies sont porteuses doit constituer un acte fondateur pour pouvoir ensuite débattre, avec toutes les parties prenantes, des aspects positifs et négatifs de ces changements. Il permet en particulier de placer sur un pied d'égalité, sans instaurer de dichotomies ou de qualifications péjoratives [...] ceux qui sont plutôt attirés par les promesses de ces changements et ceux qui en redoutent plutôt les conséquences, chacun pouvant être porteur, en son for intérieur, de cette alternative. »

(\*) Rapport de l'Académie des technologies : *Quelques réflexions sur la question de l'appropriation des technologies* (2015). Pages 12 et 26-27.

Il convient ici de souligner que la conduite du processus de transformation (même partielle) de l'entreprise, intégrant imaginaires et opinions, doit être progressive, avec plusieurs phases qui peuvent se recouvrir dans le temps et qui concernent tous les niveaux hiérarchiques<sup>57</sup> :

- phase de sensibilisation et de démonstration,
- phase de formation,
- phase d'accompagnement.

---

57 Témoignage de Pascal Ray, directeur de l'ENSMSE.

Ce processus concerne, au premier chef, le dirigeant de l'entreprise qui doit personnellement passer par chacune de ces phases. La vitesse de transition est fonction de sa culture, de son ouverture au nouveau et, en l'espèce, de sa « maturité numérique ».

## 2.2 — Les processus de numérisation et le projet stratégique des PME industrielles

L'entrée d'une PME dans la numérisation, conduisant à l'industrie 4.0, ne peut pas se faire sans une vision globale « à terminaison », dans le cadre d'une stratégie. Installer un robot sur une chaîne, et en rester là, peut être contre-productif.

**Ces processus sont à construire avec méthode pour réussir leur transformation. Chaque entreprise est à considérer comme un cas particulier, le niveau de maturité numérique à atteindre est spécifique à chacune. [R]**

À cet égard, l'utilisation de l'indice de maturité (*Industry 4.0 Maturity Index*) proposé par l'Académie allemande des sciences et de l'ingénierie (Acatech) peut être une aide précieuse pour permettre à une PME industrielle, et aux « intervenants » qui l'accompagnent, de réussir sa transformation numérique<sup>58</sup>.

Acatech a conçu une méthode pour la numérisation d'une entreprise industrielle qui se construit en 6 étapes, chacune correspondant à un niveau de maturité à atteindre ; toutes les entreprises n'ayant pas vocation à atteindre le niveau 6. Les deux premiers niveaux sont « obligatoires » :

- **Étape 1 : l'informatisation.** Il s'agit ici de mettre toutes les machines en capacité de communiquer. Cela passe par la généralisation des

---

<sup>58</sup> *Industry 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies.* Acatech STUDY (2017).

- commandes numériques et, par ailleurs, par la mise en place d'un ERP.
- **Étape 2 : la connectivité.** Grâce à un protocole IIoT, les machines de conception et de production sont reliées entre elles et avec un MES. Ici se rencontrent les univers OT et IT (*Operational Technology vs Information Technology*).
  - **Étape 3 : la visibilité.** Il s'agit ici de construire un modèle de représentation permettant une vision en temps réel de toute l'entreprise. Ce qu'Acatech nomme sa *Digital Shadow*. Construire cette « ombre numérique » suppose un PLM et l'intégration des systèmes PLM, ERP et MES.
  - **Étape 4 : la transparence.** Des connaissances sont produites, partagées ; des occurrences, des corrélations, etc. sont analysées ; des données massives sont traitées qui permettent plus de régulation et plus d'anticipation.
  - **Étape 5 : la capacité prédictive.** Il s'agit ici de simuler différents scénarios pour l'entreprise et d'identifier les plus probables en faisant varier la *Digital Shadow*. Réduire le nombre d'évènements inattendus, anticiper pour prendre des décisions à temps est le but de cette phase.
  - **Étape 6 : l'adaptabilité.** Les actions correctrices face aux aléas sont rendues plus automatiques, par exemple changer une séquence d'ordres planifiés en cas de panne d'une machine. Un objectif est de « prendre des décisions qui auront les meilleurs résultats dans les délais les plus brefs et (de) mettre en œuvre automatiquement les mesures correspondantes, c'est-à-dire sans aide humaine ».

Dans cette approche, la transformation est progressive, elle s'opère avec des objectifs propres à chaque entreprise, son contexte, sa stratégie. L'entrée dans l'industrie 4.0 s'opère avec une vision globale projetée dans le temps. Bien entendu, pour une PME industrielle, cette vision est d'abord celle de son dirigeant.

## 2.3 — Le rôle crucial des chefs d'entreprise

Tout tend à montrer que, dans le processus de montée compétitivité et en compétences, le rôle des chefs d'entreprise est crucial. Cependant, le niveau de conscience, qu'ont les dirigeants de PME, des enjeux de l'ère numérique montre des retards préoccupants. Quelques signes encourageants apparaissent toutefois.

Nous l'avons déjà dit : les transformations sont certes technologiques ou techniques, elles sont aussi organisationnelles, elles concernent les pratiques de management, l'adaptation du capital humain... **L'ampleur du chantier et les risques perçus rebutent souvent.**

### Les dirigeants de PME face à la transformation numérique

*Enquête menée auprès de plus de 1 800 dirigeants (\*)*

*– Deuxième extrait –*

L'enquête a permis de faire émerger trois profils de dirigeants :

- le sceptique (38 % des répondants),
- l'apprenti (52 %),
- le conquérant (10 %).

Les sceptiques doivent encore être convaincus des impacts de la révolution digitale, tant les freins psychologiques restent forts : 72 % n'ont pas de vision de la transformation digitale pour leur entreprise (contre 29 % et 5 % respectivement chez les Apprentis et les Conquistadors).

Pour l'apprenti, les freins portent sur le coût de la transformation et sur le manque de compétences disponibles (mentionnés respectivement par 31 % et 35 % des Apprentis). Ses efforts sont donc à concentrer sur les ressources financières et humaines.

Quant aux conquérants, ils rencontrent des freins organisationnels : 39 % d'entre eux considèrent les résistances au changement comme le premier frein à la transformation digitale de leur entreprise. D'où l'importance de l'accompagnement des collaborateurs.

#### *Implication du dirigeant*

L'implication de la direction générale doit être totale : c'est à elle de poser la vision de la transformation digitale, de la communiquer et de la partager. Pour réussir, il faut y associer très tôt collaborateurs et managers, et maintenir cet effort tout au long du projet. Or, ce n'est

pas le cas : les équipes opérationnelles ne sont associées directement que dans 25 % des cas. Tout aussi problématique, seules 12 % des entreprises ont mis en place des formations dédiées au digital. C'est un état d'esprit à changer : il faut faciliter la transversalité et la prise d'initiatives. Pourtant, 61 % des dirigeants ne le font pas ou peu.

Quand on sait que la résistance au changement s'accroît à mesure que la transformation digitale progresse, le facteur humain sera souvent la variable clé de la réussite du projet.

(\*) Bpifrance (septembre 2017). Op. cit.

Encadré N° 9

Cette absence de clairvoyance, qui n'est certes pas généralisée (voir l'encadré ci-dessus), est souvent causée par des routines, par une polarisation des esprits sur le métier actuel, sur les contraintes présentes, et par un manque de temps pour la distanciation et la réflexion. La prise de conscience est fonction d'un degré d'ouverture au monde.

**Il n'est rien de pire, dans le contexte évoqué, que l'isolement d'un patron de PME. Son ouverture sur les écosystèmes où son entreprise s'insère (territoire, branche, filière, monde académique...) passe par une « vie sociale » qu'on ne peut lui imposer mais à laquelle les « intervenants » doivent le conduire progressivement, s'il en est exclu. [R]**

La « **vie sociale industrielle** », à laquelle nous donnons de l'importance dans ce rapport, correspond à la part du temps qu'un dirigeant de PME passe hors de son entreprise dans des manifestations, séminaires, groupes de travail, etc. orientés vers l'industrie du futur, qui l'expose à des pairs plus avancés que lui, à des donneurs d'ordres ou des fournisseurs, à des chercheurs et des enseignants, qui lui ouvrent des perspectives nouvelles. Cela participe à la propagation de type viral des technologies et des pratiques de l'industrie du futur dont nous soulignons le caractère d'urgence.

« L'ouverture » du chef d'entreprise doit être aussi à l'altérité, à la différence. Il doit en particulier être ouvert aux apports des jeunes générations.

Nous y reviendrons lorsque nous évoquerons leur intégration dans l'entreprise (voir la section II.4). Il doit aussi être ouvert aux idées qu'il n'a pas eues. Par exemple, les résistances dans les PME à l'innovation ouverte (*Open Innovation*) sont significatives et représentatives d'un état d'esprit qu'il faut prendre en compte (voir l'encadré ci-après).

#### L'innovation ouverte : un état d'esprit et une opportunité (\*)

L'innovation ouverte se heurte pour les PME à de réelles réticences culturelles : syndrome du NIH (Not Invented Here) des grands groupes vis-à-vis des PME, méfiance des PME vis-à-vis des grands groupes, culture du secret, méconnaissance par les PME de la propriété intellectuelle et de l'évaluation de sa valeur, etc.

Néanmoins l'innovation ouverte constitue un processus de changement qui peut être une révolution culturelle pour les PME (dans) leurs relations avec les grands groupes, en libérant l'innovation de part et d'autre.

Cet esprit d'ouverture doit également s'appuyer sur des efforts de formation tels que déjà illustrés par certaines initiatives locales. Il nécessite en particulier une bonne compréhension des mécanismes de la propriété intellectuelle, de ses avantages, de ses limites, pour l'intégrer dans la stratégie de la PME.

(\*) Rapport de l'Académie des technologies, *Innovation ouverte et PME* (2016), page 9.

#### Encadré N° 10

Rien ne peut se faire sans l'adhésion personnelle du dirigeant de PME à un processus de transformation et sans son impulsion interne. Convaincre le dirigeant de la PME, le sortir de l'évidence du quotidien, des traditions des lignées familiales dans les PME patrimoniales, est donc nécessaire (voir l'encadré ci-dessous).

**La prise de conscience du chef d'entreprise est un préalable au processus.**

**Son implication en est le déclencheur.**

### Convaincre pour conduire les changements (\*)

« *Good Leaders are Good Learners* », titrait récemment la *Harvard Business Review*. C'est la conscience des mutations en cours ou à venir qu'il convient de développer chez les chefs d'entreprise, notamment des dirigeants de PME et d'ETI, par une large ouverture au monde, et ce sont des moyens d'apprentissage adaptés qu'il convient de mettre en place au plus près d'eux. [...]

Quand bien même la conscience des mutations en cours et à venir aurait été prise, de nombreux obstacles ou freins entravent encore la mise en route de l'entreprise vers l'industrie du futur. Ensermée dans des contraintes de court terme (clients à servir, trésorerie à assurer, compétitivité à préserver, normes à respecter, contrôleurs à convaincre, actionnaires à honorer, salariés à motiver...), et de moyen terme également (actifs industriels à amortir, par exemple), l'entreprise a du mal à exprimer une stratégie, vision et volonté partagées, et à la déployer dans le temps.

À quoi s'ajoutent des conservatismes, les appréhensions dans la prise de risque, la crainte qu'une transformation induira des coûts supplémentaires avant de générer des marges renforcées à un terme plus ou moins lointain : une pédagogie active est nécessaire pour convaincre de passer à l'acte de la transformation.

Il faut donc trouver des moyens de convaincre les chefs d'entreprise hésitants, notamment dans les PME, d'entrer dans l'univers 4.0. Cela conduit souvent à des contournements (exemple : convaincre d'abord de la nécessité de monter en gamme ; elle appelle souvent de nouveaux procédés, de nouveaux matériaux, de nouvelles technologies, le recours au design...). Mais d'autres paramètres entrent en ligne de compte comme l'ouverture de l'entreprise (de son dirigeant) au monde extérieur, à son écosystème, où le partage ou la mutualisation de compétences est possible, aux laboratoires de recherche, etc.

Dans certains cas, l'engagement d'une PME passera par un changement de génération à sa tête. La question du repeneuriat se pose dans un nombre considérable de PME industrielles, dirigées par des baby-boomers nés dans les années quarante et cinquante.

(\*) Rapport de l'Académie sur l'industrie du futur. Page 58.

#### Encadré N° 11

**Convaincre le dirigeant de PME, le mettre en chemin vers la rénovation de son entreprise entraînant une montée en compétences collectives et individuelles, est le moment crucial du processus. Tout « intervenant » doit gagner sa confiance.**

Les retours d'expériences montrent que pour obtenir l'engagement d'un dirigeant de PME, il faut gagner sa confiance. C'est pourquoi, qu'ils soient messagers ou accompagnateurs, les « intervenants » doivent être bien choisis. Le désappointement des entrepreneurs, à la suite de malencontreuses opérations de conseil, souvent financées par la puissance publique, laisse des traces longues à s'estomper.

**Avoir l'oreille d'un chef d'entreprise se gagne dans le temps. Son expert-comptable, conseiller et parfois confident, peut jouer le rôle de déclencheur et d'entremetteur. Son banquier aussi.**

Des réseaux d'influence sont à mailler dans les bassins d'emploi — nous y reviendrons dans la partie consacrée aux facteurs exogènes des montées en compétences.

**Il apparaît clairement de ces retours d'expériences que la technologie n'est pas le bon point d'entrée dans les échanges avec un dirigeant de PME. Une approche *résolution de problème* a plus de chance d'éveiller son attention — en attendant son adhésion — qu'une démarche de promotion d'une technologie. [R]**

Promouvoir, par exemple, la robotisation de tel poste ou de telle fonction dans sa chaîne de production n'est pas le point d'accroche susceptible de le convaincre. En revanche, l'écouter parler d'un dysfonctionnement, d'une dérive d'un indicateur de performance et, à partir de là, en venir à parler d'organisation, de positionnement, de stratégie puis, ultérieurement, le moment venu, de technologies et de compétences, paraît être un meilleur cheminement pour un « intervenant ».

**La résolution d'un problème ponctuel rencontré par le dirigeant est une façon souvent efficace, pour un « intervenant », d'ouvrir sur des questions de politique générale. La problématique de la progression en compétences est presque toujours précédée de questions de stratégie et de montée en compétitivité. [R]**

**Les dirigeants de PME, même convaincus, voient, comme principaux freins à la transformation numérique de leur entreprise, la complexité du sujet, le manque de compétences internes, les résistances au changement.**

Une fois leur conscience des enjeux éveillée, leurs options stratégiques clarifiées, les dirigeants de PME mettent en avant des entraves à la transformation numérique de leur entreprise. Elles ont été mises en évidence par Bpifrance, s'appuyant sur une enquête auprès de 1 800 chefs d'entreprise<sup>59</sup>. Quatre d'entre elles se détachent nettement, listées par ordre décroissant d'occurrence :

- la complexité du sujet ;
- le manque de compétences internes ;
- les résistances internes au changement ;
- le manque de moyens financiers (au même niveau que la précédente)<sup>60</sup>.

**La combinaison des deux premiers items — la complexité perçue du sujet à maîtriser avec, en regard, l'absence de compétences internes adaptées — est réhibitoire.**

Nous reviendrons sur ces deux points, arrêtons-nous d'abord sur le troisième : les résistances aux changements.

---

59 Bpifrance (septembre 2017). Op. cit.

60 Les capacités financières ne sont pas au cœur de notre propos, il est focalisé sur les compétences de l'entreprise. Mais les parties sont liées. Il ne peut y avoir montée en compétences sans investissement et il ne peut y avoir investissement profitable sans progression en compétences pour l'accompagner.

## 2.4 — Vaincre les résistances au changement

**Les résistances au changement au sein de l'entreprise peuvent être réduites par des pratiques adéquates de management, fondées sur un climat de confiance**

Toutes les études publiées sur la conduite du changement dans les entreprises, toutes les enquêtes menées concernant l'introduction de nouvelles technologies dans les organisations, tous les entretiens conduits au cours de nos immersions, sont convergents.

**Les pratiques de management sont essentielles dans la conduite des changements technologiques et organisationnels ; elles la facilitent ou bien la rendent laborieuse, voire impossible.**

Les solutions sont à rechercher sur trois axes : le collectif, le collaboratif, l'intégratif.

### ■ Jouer le collectif. [R]

Les pratiques qui ont le plus de chance de faire aboutir des projets d'envergure sont celles qui sont fondées sur les principes que Hatchuel A. et Segrestin B. (2012) ont mis naguère en exergue :

- l'inventivité du collectif ;
- l'engagement du collectif pour l'avenir de l'entreprise, ;
- la solidarité de l'action collective ;
- *l'habilitation* des dirigeants.

Mis à part le quatrième fondement (capacité et la légitimité des dirigeants), les trois autres font un écho direct au collectif et à l'action collective. Les projets qui réussissent sont ceux auxquels les parties prenantes sont associées

dès leur émergence dans un climat de confiance partagée<sup>61</sup>.

Ce principe n'est pas toujours aisé à respecter ou à concrétiser, c'est le cas lorsqu'un changement envisagé est susceptible de fragiliser la position de certains acteurs impliqués. Cette dimension est à prendre en compte, des gages sont à donner.

### ■ Parier sur un management collaboratif. [R]

Un management collaboratif — déclinaison du jeu collectif évoqué ci-dessus — est à mettre en œuvre dans les entreprises pour mieux conduire les transitions. La pratique du management collaboratif (interne et interne/externe), fondée sur la prééminence de l'intelligence collective sur l'intelligence individuelle face à la complexité, est, dans le contexte social où nous nous situons, la principale différence entre la plupart des entreprises « anciennes » (ou la stratégie descendante est encore largement répandue) et les entreprises « modernes » qui paraissent mieux adaptées à résister et innover en même temps.

L'archétype d'une démarche collaborative est la gestion par projets transversaux, interdisciplinaires, interfonctionnels, voire interentreprises.

**Puisque tout est mouvement, la PME doit pouvoir se vivre comme un faisceau de projets transformateurs, cohérents entre eux, fondés sur un « jeu collectif » et sur un management collaboratif.**

Tendre vers cet état supposera une volonté résolue et constante du dirigeant de la PME et un accompagnement approprié de l'encadrement intermédiaire en place.

---

61 Nous avons une vision du collectif débarrassée de tout angélisme ou pire, de tout « bonheurisme », nous croyons simplement à la force de l'équipe, souvent mieux adaptée que l'individu seul au traitement d'une question complexe.

Cette capacité à déployer des démarches collaboratives concourt à développer l'agilité, la flexibilité. Des approches itératives, nécessaires pour converger au plus vite vers une solution adéquate, ne peuvent prospérer sans une faculté d'expérimentation accordée et un droit à l'erreur reconnu.

À n'en pas douter, le modèle dominant de l'industrie du futur sera collaboratif et les boucles décisionnelles seront plus courtes. Les marges de progrès sont ici considérables tant la France apparaît comme une société hiérarchisée et stratifiée, ce qui se répercute au cœur des entreprises<sup>62</sup>.

### ■ Miser sur des démarches intégratives. [R]

L'intégratif s'entend ici comme la capacité à intégrer dans l'entreprise des profils différents de ceux qui dominent. Car si dans les GE et les ETI, les profils de collaborateurs sont divers, en expérience, en parcours, en types de formation, il n'en va pas de même dans les PME qui sont plus homogènes à cet égard. Les entreprises industrielles restent assez traditionnelles dans les profils recherchés et éprouvent des difficultés à *sortir d'un moule* historique et de filières de recrutement familières. Les tensions, observées dans certaines d'entre elles, commencent à les pousser à innover dans leurs pratiques RH, nous y reviendrons. Avec l'arrivée du numérique dans des secteurs traditionnels, cette exigence d'intégration devient plus pressante. Souvent alors, les profils envisagés au recrutement sont ceux de jeunes techniciens et, plus rarement dans les petites entreprises traditionnelles, de jeunes ingénieurs.

**À propos d'intégration dans l'entreprise, une attention particulière est à apporter à celle des jeunes générations, facteur de renouvellement et d'enrichissement en termes de compétences ; le management doit prendre en compte leurs aspirations. [R]**

---

62 Voir le *Power Distance Index* évoqué dans le rapport de l'Académie sur l'industrie du futur. Pages 44 et 160.

L'économie du futur se fera pour beaucoup avec et par les jeunes générations, les *millennials*, selon une expression usitée<sup>63</sup>. Elles portent le renouveau des entreprises. Il faut tenir compte de leurs aspirations (voir l'encadré ci-dessous) et les mettre au centre de la conception de nouvelles organisations, compte tenu de la place que ces générations occuperont demain. Des enquêtes récentes montrent que de nouvelles valeurs partagées et de nouvelles pratiques assumées sont attendues des jeunes générations. Il est important que des espaces d'initiatives leur soient laissées. Ces études montrent aussi leur conscience des incertitudes et des instabilités de l'économie contemporaine.

#### Points de vue de *millennials* (\*)

Ils veulent faire de l'entreprise un lieu d'épanouissement, démocratiser le management en le rendant plus participatif et collaboratif, envisageant l'entreprise comme une aventure collective ; et être nourris intellectuellement, ayant conscience des risques accrus d'obsolescence des connaissances.

(\*) Baromètre Deloitte OpinionWay sur les *millennials* diplômés, édition 2017.

#### Encadré N° 12

La prise en compte de leurs aspirations dans la vie quotidienne des entreprises et leur quête — au moins pour les diplômés — d'une actualisation continue de leurs connaissances pour assurer leur employabilité, ici ou ailleurs, participe, à leurs yeux, à l'attractivité de l'entreprise.

**L'intégration d'une nouvelle génération doit aussi s'opérer à la tête de nombre de PME industrielles pour renouveler leurs dirigeants. Des périodes de transmission sont à ménager. [R]**

63 Générations nées dans les années 80 et 90.

La pyramide des âges dans des pans entiers de l'industrie n'est pas satisfaisante. Le renouvellement de génération doit se préparer activement quand leurs dirigeants semblent décrocher face aux mutations en cours. L'actionnariat a une grande responsabilité ici. L'embauche ou la mise à disposition d'un « numéro 2 appelé à succéder » (une période de recouvrement est à organiser) est à encourager.

Une période de recouvrement et de transmission a un coût, mais moindre que le coût social et économique d'une succession non ou mal assurée.

Les écoles de management et les facultés de gestion doivent proposer, bien plus qu'aujourd'hui, des formations au *repreneuriat* à côté de leurs formations à l'entrepreneuriat. [R]

## 2.5 — Le problème des compétences

Le manque de compétences internes est le résultat d'une difficulté à adapter le capital humain de l'entreprise par la formation et par le recrutement. L'entreprise peut avoir une part de responsabilité, mais des variables exogènes peuvent l'entraver<sup>64</sup>

Sur le volet du capital humain de la PME, avant de traiter de formation et de recrutement, il y a une phase préalable, liée à sa stratégie, souvent délaissée, parfois malaisée : c'est celle de la construction d'une vision prospective des compétences requises. Elle trouve sa source dans une pratique collective.

---

64 Voir le paragraphe 2.5.3 et la 3<sup>e</sup> partie du présent rapport.

2.5.1 — La nécessité de la gestion territoriale des emplois et compétences

**La pratique de la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences (GPEC) ou, plus actuel, le dessin de visions prospectives partagées des emplois et des compétences (VPPEC), sur un territoire, dans une branche ou dans une filière, est un exercice indispensable pour qu'une PME puisse se situer. [R]**

La GPEC a été critiquée pour son manque de fiabilité dans un monde fait d'incertitudes, d'aléas, de ruptures. Pourtant, même s'il ne produit pas de certitudes, l'exercice réduit les risques de « myopie stratégique »<sup>65</sup>, il conduit à s'ouvrir aux évolutions de la concurrence, des marchés, des technologies, des facteurs de succès, etc. Cet exercice n'est en général pas familier dans les PME. La VPPEC se veut être un éclairage de l'avenir plus qu'un outil de gestion. Elle est partagée dans sa conception, elle doit l'être dans ses applications. En s'appuyant sur les productions d'observatoires des métiers, des organismes comme les CCI et les OPCA<sup>66</sup> peuvent les aider à s'engager dans la voie d'une réflexion prospective sur leurs métiers et les compétences requises.

Nous saluons l'initiative du Fafiec<sup>67</sup> qui a publié en 2018 un « Guide de la GPEC pour TPE et PME ». Il permet de développer de façon méthodique une réflexion sur les métiers de l'entreprise (bénéfices attendus, étapes clés,

---

65 L'expression *myopie stratégique*, que nous introduisons ici, renvoie à l'expression « *Marketing Myopia* » qui est le titre d'un article de marketing, fondateur d'une discipline de gestion, publié en 1960 dans la Harvard Business Review. Il suggère, à son époque, que les entreprises auraient de meilleurs résultats si elles se concentraient sur la satisfaction des besoins des clients plutôt que sur la vente des produits qu'elles ont conçus. Cet article les engageait à une forme de révolution copernicienne. L'ère numérique qui s'est ouverte y engage avec la même pression.

66 OPCA : organisme paritaire collecteur agréé. Les OPCA ont, depuis 2014, un rôle de conseil auprès des PME. Ils sont transformés par la loi « Avenir professionnel » en Opérateurs de compétences (OPCO). La mission évoquée ici sera centrale pour eux. CCI : Chambres de commerce et d'industrie.

67 Le [Fafiec](#) est l'OPCA des [métiers](#) de l'ingénierie, du numérique, des études, du conseil et des métiers de l'événement.

analyse stratégique, liens avec l'observation des métiers de la branche, repérage de toutes les compétences internes, leviers pour réduire les écarts, recrutements, mobilité interne, formation]. Bien entendu, la plus aboutie des démarches de GPEC n'empêche pas l'aléa, l'imprévu, la rupture. Sa pratique permet néanmoins de s'extraire du quotidien, de révéler des évidences cachées, de structurer une démarche RH en lien avec une stratégie (re) formulée. Ce n'est pas si mal...

### 2.5.2 — L'importance de la formation dans la montée en compétence des entreprises

**Le recours à la formation est un des principaux leviers de la montée en compétences des entreprises. Son efficacité est fonction de divers paramètres.**

À cet égard, le premier des facteurs de réussite est, là encore, l'implication du dirigeant dans la politique de formation de ses collaborateurs. Son attitude vis-à-vis de la formation a une influence considérable sur la propension qu'a l'entreprise à y recourir de façon appropriée (moyens alloués, évaluation). Une élévation en compétences peut être entravée par un dirigeant qui a eu une relation personnelle infructueuse à la formation (voir l'encadré ci-dessous).

#### Le dirigeant de PME et la formation (\*)

Le regard que porte le chef d'entreprise sur la formation s'avère en effet primordial. [...] La relation du chef d'entreprise à la formation explique en grande partie l'intensité du recours à la formation de son entreprise. [...] Un dirigeant ayant expérimenté la formation pour lui-même est plus enclin à favoriser la formation des salariés.

L'impact du niveau de diplôme du dirigeant est tangible : alors que 42 % des entreprises de 10 à 19 salariés dont le dirigeant n'a pas de diplôme sont formatrices, le taux passe à 83 % quand il est titulaire d'un diplôme de niveau bac + 3 ou plus.

Pour sensibiliser les dirigeants, des « accompagnateurs » sont nécessaires

La part d'entreprises formatrices et l'accès des salariés à la formation dépendent ainsi largement de l'accompagnement dont bénéficie le dirigeant. [...] Selon la nature de ces « accompagnateurs », les entreprises recherchent des services différents : définition des

besoins de formation, identification des compétences et des qualifications, construction du plan de formation, conseil en ingénierie financière ou juridique ou financement des formations à mettre en place.

Explicitement missionnés par les partenaires sociaux et les pouvoirs publics pour pallier le manque de ressources internes dédiées à la formation dans les plus petites entreprises, les OPCA ne sont sollicités que par 33 % des entreprises de 10 à 19 salariés. Lorsqu'il s'agit d'obtenir un label qualité ou de favoriser les mobilités des salariés, les consultants sont privilégiés, parfois en lien avec les OPCA qui, pour certains d'entre eux, proposent à leurs entreprises adhérentes une liste de consultants sur le registre de l'accompagnement RH. Faire appel à un consultant est également plus fréquent lorsque le chef d'entreprise ou le salarié chargé de la gestion du personnel participent à un réseau ou une association d'entrepreneurs ou de DRH. Un tiers des petites entreprises se tournent également vers les organismes de formation, plus spécifiquement dans l'objectif de réaliser une action de formation précise.

[\*] Source : Céreq. <http://www.cereq.fr/actualites/La-formation-dans-les-petites-entreprises-Volet-2>

#### Encadré N° 13

L'étude évoquée dans l'encadré ci-dessus n'a pas, à notre connaissance, d'équivalent pour les dirigeants de PME de 20 à 250 salariés. Nous pouvons supposer qu'avec la taille, certains effets sont estompés. Par exemple, statistiquement, le nombre de chefs d'entreprise diplômés de l'enseignement supérieur (à partir de bac + 3), va croissant avec la taille de l'entreprise. Cela devrait avoir un impact plutôt positif sur leur relation à la formation.

**Des efforts ont été accomplis par les PME en matière de formation.**

**Il reste un important potentiel d'amélioration de son pilotage. [R]**

Une étude du Céreq<sup>68</sup> a montré que les PME « apparaissent de plus en plus attentives aux effets de la formation qu'elles mettent en place ». Elles se disent plus sensibles que par le passé « aux liens entre leurs efforts de formation et leurs résultats économiques ».

68 Céreq Bref N° 330 de janvier 2015.

LA MONTÉE EN COMPÉTENCES TECHNOLOGIQUES DES PME  
LE CAS DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES

En 2010	Part des entreprises « formatrices » qui évaluent l'impact de la formation sur...			
Taille des entreprises	... la satisfaction des salariés	... l'acquisition des compétences	... la performance économique	... la performance des salariés
10-49	65 %	39 %	22 %	43 %
50-249	67 %	44 %	20 %	46 %

Nous notons ici qu'un effort est encore à faire pour que les PME dépassent le stade de la satisfaction « à chaud » des salariés (qu'un tiers d'entre elles n'apprécient pas) et soient plus exigeantes quant à l'acquisition des compétences et la performance des salariés (autour de 40 % d'entre elles seulement paraissent s'en préoccuper). Quant à l'impact de la formation sur la performance économique, il faut reconnaître qu'il n'est pas aisé de l'apprécier directement et que, de toutes les façons, il faut du temps pour qu'il puisse se concrétiser puis se mesurer.

**Les modalités des actions de formation ont un fort impact sur leur intégration dans la vie opérationnelle des PME. Les actions de formation en situation de travail (AFEST) doivent se développer. [R]**

Une expérimentation lancée en 2015 par la DGEFP et pilotée par des organismes paritaires nationaux a mobilisé 10 OPCA dans 21 entreprises, dont certaines PME industrielles. Le rapport final de l'expérimentation a été publié en juillet 2018-<sup>69</sup> « L'expérimentation précise les contours d'une AFEST et ses conditions de mise en œuvre. (... Elle) fait la démonstration de l'efficacité de l'AFEST sur le développement des compétences ». Des pistes sont dégagées.

Il nous paraît important d'aller plus loin car l'AFEST, correctement administrée, présente bien des vertus. Elle est efficace en termes d'acquisition

<sup>69</sup> <https://www.anact.fr/experimentation-afest-action-de-formation-en-situation-de-travail>

de compétences, elle réduit significativement certains dysfonctionnements générés par la formation d'un collaborateur comme, par exemple, l'absence du poste de travail ; ce qui est souvent une gêne, voire un obstacle pour une PME.

*2.5.3 — Le recrutement est l'autre levier de renforcement et d'adaptation du capital humain de l'entreprise.*

La progression en compétences des PME peut se trouver freinée par des difficultés récurrentes de recrutement de techniciens et d'opérateurs qualifiés. Les entreprises portent parfois une part de responsabilité dans cette situation.

Cette tension sur l'emploi (situation de rareté, voire de pénurie) est présente sur tous les territoires avec des intensités diverses selon les métiers concernés et selon les caractéristiques des territoires.

Pour les recrutements de jeunes, les difficultés se concentrent aux niveaux des Bac Pro et des BTS, notamment dans les métiers de production. Le manque d'attractivité de ces métiers, auquel s'ajoute, en de multiples lieux, le manque d'attractivité du territoire, entrave le développement des compétences des PME, ou simplement leur activité à compétences constantes (non-remplacement de technicien ou d'opérateur en cas de départ)<sup>70</sup>.

Il est important de noter ici que la politique sociale d'une entreprise n'est pas neutre, toute chose égale par ailleurs. La politique salariale de certaines PME — dont nous comprenons les contraintes — ne renforce pas leur attractivité pour les jeunes, ni pour les actifs plus avancés en âge : vouloir par exemple embaucher un BTS pour des tâches normalement confiées à un Bac Pro, avec un salaire de Bac Pro — ce cas nous a été plusieurs fois rapporté — ne peut pas accroître l'attractivité de l'entreprise et de ses métiers et, ainsi, ne peut pas valoriser sa marque employeur<sup>71</sup>...

---

70 Dans la continuité de ce rapport, comme il a été dit dans son avant-propos, l'Académie des technologies engage une réflexion sur le thème des métiers et des territoires ; il constituera le troisième volet d'un triptyque industriel.

71 D'aucuns diront que la formation des Bacs Pro n'est pas à la hauteur des attentes et qu'ils sont contraints d'embaucher, en lieu et place, des BTS. Il conviendrait alors de veiller à l'enrichissement de leurs tâches et à l'ajustement de leurs rémunérations.

**Les PME ont à faire évoluer leurs méthodes de recrutement. Le diplôme — qui dans l'industrie conserve, à raison, une prééminence — doit être associé à un ensemble de critères de choix plus ouvert comme, par exemple, des capacités. [R]**

Les méthodes de recrutement doivent évoluer, surtout lorsque le marché du travail se tend ; le diplôme, facteur objectif, donc plus aisé d'usage, doit perdre de sa prééminence dans les choix opérés. Outre la motivation, qui reste essentielle, c'est le potentiel individuel, la capacité à occuper le poste proposé et à évoluer qui doivent être appréciés. La méthode de recrutement par simulation (MRS) développée par Pôle emploi gagne du terrain dans les PME. « Fondée sur les habilités nécessaires pour occuper un poste de travail, la MRS consiste à repérer l'ensemble des capacités nécessaires pour réaliser le travail lors d'analyses de postes en entreprise puis à construire les exercices permettant de les évaluer chez les candidats. Ces exercices reproduisent par analogie le poste de travail et mettent donc les candidats en situation de démontrer concrètement leur capacité à tenir le poste. »<sup>72</sup> Les offres pour lesquelles les recrutements se font par le biais de la MRS sont repérées sur le site de Pôle Emploi. La mise en œuvre de la méthode MRS ne peut se faire dans une PME sans une assistance extérieure, au moins les premières fois. Les OPCA pourraient plus largement et efficacement apporter leur concours. Nous y reviendrons dans l'examen des facteurs exogènes de montée en compétences.

Face à des pénuries, récurrentes sur le territoire national, de compétences technologiques, les PME industrielles peuvent être amenées à recruter des collaborateurs issus de l'immigration récente (ou d'une immigration à provoquer de façon appropriée). Il conviendrait de les aider alors à faire connaître leurs besoins hors des sentiers battus et à recruter dans ce contexte.

---

<sup>72</sup> Source : site internet de Pôle Emploi.

**Il apparaît dans les PME un double besoin : celui d'un encadrement intermédiaire correctement formé pour faire face aux défis à relever et celui de managers de la transition. Cela n'est pas toujours spontanément exprimé ou reconnu.**

Certaines études prospectives sur l'emploi dans les entreprises, une fois passée la vague du numérique, laissent peu de place à l'encadrement intermédiaire, balayé par l'intelligence artificielle notamment. Nous pensons qu'il y aura toujours besoin d'intermédiaires entre les dirigeants d'entreprise et les opérateurs, quelle que soit la fonction étudiée, mais leurs rôles, comme managers de proximité, seront différents d'aujourd'hui. Satisfaire ces besoins passe par des actions de formation des actifs en situation, mais, pour diverses raisons, leur efficacité est sujette à caution<sup>73</sup> ; cela passe aussi par l'embauche de nouveaux collaborateurs formés à un niveau intermédiaire, avec une approche interdisciplinaire des questions à traiter (technologie, management, gestion de projet). Il existe aussi un besoin en management de la transition numérique. Cela peut correspondre à une compétence nouvelle acquise par l'encadrement supérieur et l'encadrement intermédiaire ou/et cela peut être une responsabilité confiée à un acteur particulier, chef de projet de la transition, interne ou externe (voir le paragraphe 1.2.2).

Ces besoins ne sont pas spontanément formulés par les dirigeants qui en auraient le plus besoin... Nous y reviendrons plus loin, notamment lorsque nous aborderons la formation de l'encadrement intermédiaire (voir le paragraphe 3.5.7).

**Pour arriver à attirer de nouveaux collaborateurs, notamment dans les métiers en tension, l'attractivité d'une entreprise dépend de la qualité de sa *marque employeur*. Celle-ci compte au moins autant que**

---

73 La question du « rendement » de la formation continue dans le champ du management n'est pas nouvelle. Les réponses actuelles les plus courantes (formations en présentiel hors de l'entreprise) sont globalement peu satisfaisantes.

**l'attractivité de ses métiers ou de son territoire<sup>74</sup>. Les dirigeants de PME doivent y être plus attentifs. [R]**

**Les qualités perçues de la *marque employeur* (\*)**

Une enquête réalisée en 2017 montre qu'il y a un net décalage entre la stratégie « marque employeur » par les jeunes actifs et celle que leur prêtent les directeurs ou responsables de ressources humaines (DRH/RRH) : seuls 42 % des salariés de 20 à 30 ans estiment que leur entreprise développe une politique RH propre à recruter et à fidéliser les jeunes talents quand 80 % des DRH/RRH pensent que leurs salariés ont cette opinion.

De même 50 % des jeunes actifs considèrent que l'offre de formation de son entreprise répond à ses enjeux de développement, alors que 80 % des DRH/RRH considèrent qu'elle est approuvée par leurs jeunes salariés.

(\*) Enquête CEGOS Les millenials et le travail : l'entreprise au défi. Enquête réalisée auprès de 1 043 actifs de 20 à 30 ans d'entreprises de plus de 100 salariés du secteur privé ainsi qu'environ 200 DRH/RRH et publiée en avril 2017.

Encadré N° 14

## 2.6 — La qualité de vie et la santé au travail

**La *qualité de vie et la santé au travail* sont déterminantes pour relever des défis et conduire à bonne fin des changements organisationnels**

Proposer un environnement de travail de qualité est un facteur d'attractivité et de fidélisation des collaborateurs<sup>75</sup>. C'est une autre composante de la *marque employeur* (voir l'encadré ci-dessus). Il nous est apparu important de mettre ce point d'une politique d'entreprise en exergue car, souvent

74 Ce postulat sera questionné dans le troisième volet de notre triptyque industriel, consacré à l'attractivité des métiers et des territoires (voir l'avant-propos du présent rapport).

75 Nous ne parlons pas ici de « bonheur au travail » qui peut parfois confiner à de l'angélisme, au moins à une forme d'utopie.

délaissé, il a une influence dans la conduite et la réussite d'un processus de transformation de toute entreprise, donc d'une PME.

**La transition numérique peut être une opportunité pour améliorer le cadre et les conditions de vie au travail. Les dirigeants d'entreprise doivent saisir cette opportunité, mais avec discernement. [R]**

L'amélioration de la qualité de vie au travail et la préservation de la santé des actifs concourent à la réussite de la mutation en cours. Le bien-être au travail est un facteur d'engagement. La transition numérique doit être pensée comme un moyen d'atteindre ces objectifs en réduisant les risques de troubles musculo-squelettiques mais aussi des risques psychosociaux (voir l'encadré ci-après).

Au niveau de chaque agent, le risque de l'introduction de certaines technologies numériques se situe dans la densification et la rationalisation poussées à l'extrême du travail : l'agent pourrait perdre, ou avoir le sentiment de perdre toute marge de manœuvre et se percevoir comme le prolongement d'une machine à laquelle il serait asservi.

**La perspective d'une mise sous contrôle par la machine ou bien la perte d'un pouvoir d'agir est un risque psychosocial majeur attaché à un changement technique et/ou organisationnel. Avec des technologies comme la robotique et l'intelligence artificielle, ces risques sont accrus.**

### Risques psychosociaux et ressourcement (\*)

L'expérience montre que des changements profonds dans les méthodes de travail, les outils utilisés, les modes d'organisation sont générateurs (de) risques psychosociaux majeurs débouchant sur de l'inconfort et des troubles, voire des souffrances. Deux risques méritent une attention particulière :

- la *surcharge cognitive* face à une abondance d'informations à traiter et, éventuellement, à leur instabilité ;
- la *dissonance cognitive* face aux différences de culture, de logiques, de connaissances nouvelles à mobiliser ; la formation à de nouvelles façons de faire, c'est d'abord à de nouvelles façons de penser ; la formation au nouveau, à l'inconnu c'est d'abord une déformation de l'ancien, du connu.

C'est pourquoi il devient nécessaire de ménager (d'aménager) le temps des collaborateurs de l'entreprise, surtout dans une période de profonde mutation. Chacun doit pouvoir prendre du temps, retrouver une disponibilité d'esprit, une possibilité de recul par rapport à ses tâches quotidiennes, une occasion d'accroître ses connaissances, de conforter ses compétences. Le besoin, la *nécessité de ressourcement*, incluant la formation mais ne se limitant pas à elle, va s'imposer.

(\*) Extrait du rapport de l'Académie sur l'industrie du futur. Page 67.

### Encadré N° 15

Une solution technique peut être introduite pour accroître la productivité de l'entreprise, mais si des collaborateurs la vivent comme une contrainte nouvelle pressante, entourée d'incertitudes quant à leur avenir, leurs relations au travail seront détériorées, ou ils en auront l'impression. Le risque est alors celui d'un rejet durable de la nouvelle solution. Les avoir associés en amont à l'introduction d'une nouvelle technique, d'une nouvelle machine, etc. — comme cela a été recommandé plus haut — aura limité les risques de rejet.

## 2.7 — L'importance de la fonction RH dans les PME industrielles

Face aux enjeux humains et sociaux des transformations en cours ou annoncées, l'existence d'une *réelle* fonction RH, en propre ou partagée, s'impose plus que jamais dans les PME industrielles

Les PME ont souvent des responsables du personnel (RP). Ils doivent se doter de responsables ressources humaines (RRH) pour prendre en charge, à bon niveau, toutes les dimensions humaines et sociales évoquées plus haut. Cette recommandation n'est pas nouvelle.

Cette montée en compétences RH peut se faire par formation ou par embauche, comme pour toutes les autres compétences. Mais la taille et les moyens de l'entreprise peuvent être des obstacles à cette mutation. Aussi la solution d'une ressource partagée est à envisager. Le RRH peut être multi-employeurs ou être le salarié d'un groupement d'employeurs sur un bassin d'emploi.

Le passage de RP à RRH se double d'une autre mutation, celle des méthodes même de gestion du capital humain. La fonction RH doit, elle aussi, entrer dans l'ère numérique.

Avec la montée en puissance du numérique et notamment l'arrivée des technologies 4.0, la fonction *ressources humaines* doit se remettre en cause et faire évoluer ses missions et ses modes d'intervention. Cela concerne aussi les PME, qui peuvent être accompagnées pour renforcer cette fonction. [R]

Les données massives et l'intelligence artificielle jouent un rôle croissant dans le recrutement et le suivi des collaborateurs, ainsi que dans la préconisation de parcours.

Les technologies conversationnelles associées à la réalité virtuelle et augmentée ouvriront de nouvelles voies d'accès aux connaissances et de nouvelles voies de déploiement des compétences, donc de formation. Des technologies comme les data et l'IA ouvrent aussi des perspectives vers l'individualisation de l'apprentissage et du mentorat. Elles permettent aussi d'apporter des conseils en orientation en termes de formation et de parcours professionnels<sup>76</sup>. La 4<sup>e</sup> révolution industrielle pénètre dans les fonctions RH des entreprises.

Mais cette évolution — ou révolution — ne trouve un terrain favorable pour le moment que dans les GE et les plus grosses ETI. Pour les PME, la recommandation d'une fonction RH partagée entre plusieurs entreprises d'un même bassin d'emploi se trouve à la fois complexifiée (au moins dans un premier temps) et rendue encore plus nécessaire avec la diffusion des technologies 4.0. La continuité numérique de leur territoire d'implantation facilitera et amplifiera, dans ses effets, cette mutation, nous y reviendrons (voir le paragraphe 3.4.3). Les OPCA, les CCI, des organisations privées peuvent accompagner les PME et les groupements d'employeurs qu'elles auront constitués.

---

<sup>76</sup> Voir le rapport de l'Académie sur l'industrie du futur. Pages 102 à 110.

## Troisième partie

### Les facteurs exogènes de la montée en compétences des PME

**T**oute PME est insérée dans des écosystèmes à trois niveaux : national, régional et local. À chaque niveau sont prises des initiatives tendant à l'accompagner, à lui permettre de progresser, de déployer un avantage compétitif ou de rattraper un retard pour conserver sa place dans une filière ou sur un marché propre.

**Nous mettons ici en exergue les composantes des écosystèmes, avec leurs initiatives, qui nous ont paru les plus importantes pour la problématique que nous traitons et pour lesquelles des recommandations réalistes sont envisageables.**

#### 3.1 — La multiplication des initiatives

**Au niveau national, les initiatives de l'État, celles de filières industrielles et d'organisations professionnelles, ainsi que celles de divers organismes se sont multipliées au cours des dix dernières années**

L'État par l'action de ses ministères et Bpifrance, opérateur de l'État, prennent des initiatives concourant à la montée en compétences des PME, ici des PME industrielles. Il en va de même pour des fédérations, des syndicats, des

groupements professionnels, individuellement ou dans le cadre de l'Alliance industrie du futur.

Au niveau de l'État, deux ministères sont en première ligne : le ministère en charge de l'Économie, avec la Direction générale des entreprises (DGE) et le ministère du Travail, avec la Délégation générale à l'emploi et à la formation professionnelle (DGEFP). Ils ont tous deux la tutelle des directions régionales des entreprises, de la concurrence et de la consommation, du travail et de l'emploi (DIRECCTE).

La DGE a en charge la compétitivité des entreprises, en général, mais ses moyens vont décroissant (budget de fonctionnement et effectifs, budget d'intervention). Nous centrant sur les questions de compétences, nous évoquerons ici le ministère du Travail et la DGEFP. Nous reviendrons sur le ministère de l'Économie et la DGE lorsque nous aborderons les pôles de compétitivité (voir le paragraphe 3.5.1). Le ministère de l'éducation nationale et celui en charge de l'Enseignement supérieur sont aussi concernés, mais par le biais de leurs établissements ; nous en traiterons dans la section consacrée à la formation professionnelle (voir la section III.6).

Avant d'aller plus avant, nous rappelons ici **l'importance de la commande publique**, la nécessité, maintes fois soulignée, de voir l'État, les établissements publics, les collectivités territoriales, dans le respect des règles de la concurrence, tirer beaucoup plus les PME industrielles vers une offre à plus forte valeur ajoutée, plus innovante. Cependant cette démarche exigeante doit être complétée par un accompagnement de PME pour leur permettre d'être référencées au bon niveau.

### 3.1.1 — Le soutien du ministère du travail aux actions visant les PME

**Le ministère du travail soutient des actions de développement des compétences dans les PME. Elles ont assez peu de portée jusqu'ici dans l'industrie.**

La priorité absolue du ministère du travail est de faire reculer le chômage, ce choix politique est compréhensible. Encore faut-il que de nouveaux « bataillons » d'actifs en activité ne se trouvent pas fragilisés, voire exclus du système productif par défaut de compétences.

Le plan d'investissement dans les compétences (PIC), pièce maîtresse de sa politique sociale, en effet, que l'État signe avec les régions, doté de 15 milliards d'euros sur le quinquennat (2017-2022), doit permettre de former un million de jeunes décrocheurs et un million de demandeurs d'emploi. C'est du moins l'objectif affiché<sup>77</sup>. Il n'est pas question des actifs en situation de travail.

La démarche EDEC est celle qui répond à la problématique que nous traitons (voir l'encadré ci-dessous). Elle repose sur le principe d'appels à projets portés par des organisations professionnelles. Mais elle est aujourd'hui peu connue des PME industrielles. De plus, les moyens attribués aux EDEC par les dernières lois de finances allaient en décroissant.

#### La démarche EDEC : Engagement de développement de l'emploi et des compétences (\*)

Les actions de la démarche EDEC ont pour objectif d'anticiper les mutations économiques, sociales et démographiques en réalisant des actions concertées dans les territoires pour permettre aux actifs occupés, en particulier ceux des TPE et PME, de faire face aux évolutions de l'emploi. Elles privilégient les approches collectives et incluent des actions concernant des tuteurs et des chefs d'entreprise.

Les actions éligibles sont les suivantes :

- activités d'ingénierie liées à l'amont des actions du projet ou constituant à elles seules des actions réalisées dans le cadre du projet : ingénierie préalable, construction de référentiels emploi ou formation, construction d'outils pédagogiques, de dispositifs d'évaluation des compétences, de certification des qualifications, d'études devant aboutir à des passerelles entre branches ou territoires, ingénierie de nouvelles formes d'emploi ;

<sup>77</sup> Seize régions sur dix-huit ont accepté le principe du PIC. Au moment où nous écrivons ces lignes, dix ont formellement signé une convention avec l'État.

LA MONTÉE EN COMPÉTENCES TECHNOLOGIQUES DES PME  
LE CAS DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES

- actions, de préférence collective, concernant et bénéficiant directement à des publics cibles du projet : bilans de compétences, validation des acquis de l'expérience (VAE), tutorat, formation, certifications, acquisition des compétences nécessaires à un projet de mobilité, à la création d'activité, à la transmission et à la reprise de petites entreprises, conception et diffusion d'outils de GPEC, optimisation de l'emploi, accompagnement de l'émergence et de la structuration de formes d'emploi adaptées à un territoire ou de nouvelles formes d'emploi ;
- actions d'accompagnement de la mise en œuvre du projet d'ADEC : information et appui aux entreprises, information des bénéficiaires, pilotage de l'accord et des projets, suivi de l'accord, évaluation de l'accord et des actions contenues dans l'accord.

[\*] Source : site « [directe/edec-engagement-de-developpement-de-l-emploi-et-des-competences](http://directe.edec-engagement-de-developpement-de-l-emploi-et-des-competences) »

Encadré N° 16

Il faut signaler l'existence de l'EDEC Transition numérique qui a été signée par plusieurs organisations professionnelles dont la métallurgie (UIMM, OPCAIM<sup>78</sup>) fin 2017, ce qui couvre l'industrie manufacturière. Trois axes d'action sont ici prévus : (i) mesurer le degré de maturité des entreprises sur les transitions numériques, (ii) informer et outiller les TPE-PME sur la transition numérique, (iii) accompagner les entreprises (diagnostic numérique avec volet RH, actions de développement des compétences des salariés impactés par le numérique, cybersécurité...). Les actions concrètes n'ont pas encore démarré au moment où nous bouclons notre rapport. La question que nous nous posons est celle de leur articulation avec les initiatives déjà prises par Bpifrance, le CETIM, les régions... D'autant que d'autres EDEC sont envisagées, de façon orthogonale, dans des filières : un accord d'EDEC « pour accompagner la montée en compétences des entreprises de la filière, prioritairement les PME, afin d'intégrer les enjeux humains et organisationnels

---

78 Union des industries et métiers de la métallurgie / Organisme paritaire collecteur agréé des industries de la métallurgie.

de l'industrie du futur », devrait être signé par le GIFAS<sup>79</sup>, pour l'industrie aéronautique, avant la fin 2018<sup>80</sup>.

**La loi « Pour la liberté de choisir son avenir professionnel » introduit des novations positives mais aux portées incertaines.**

Au moment où nous concluons ce rapport, la loi vient d'être promulguée. Ce texte touche à la problématique qui est la nôtre, mais ses portées concrètes ne sont pas certaines et il reste des incertitudes d'interprétation qui devront être levées par les décrets à venir. **Beaucoup dépendra de l'appropriation des dispositifs et dispositions par les acteurs, dont les actifs en premier lieu — auxquels la loi donne plus de responsabilités —, et les employeurs.** Par exemple, qu'en sera-t-il de la pratique de cofinancement de parcours de formation par les salariés — par utilisation de leur Compte personnel de formation (CPF), désormais quantifié en euros — et les entreprises, dans le cadre de leur politique de formation ? Quel sera l'impact de l'arrêt du Congé individuel de formation (CIF) et la mise en place d'un CPF de transition professionnelle avec deux gestionnaires (contre un seul pour le CIF) ? Quel sera l'effet de l'ouverture à la concurrence pour le Conseil en évolution professionnelle ? De nombreux champs restent ouverts à la négociation collective, comme le pilotage de l'apprentissage, la rénovation des certifications, le pilotage des observatoires des métiers, les formations en situation de travail, etc.<sup>81</sup>. Tout cela n'est pas neutre pour la progression en compétences individuelles au service d'une montée en compétences collectives.

---

79 Groupement des industries françaises aéronautiques et spatiales.

80 Cet EDEC aura naturellement un volet numérique (technologies de l'industrie du futur). Or les PME bénéficiaires sont aussi éligibles au soutien de leur branche au titre de l'EDEC Transition numérique UIMM/OPCAIM.

81 Pour une lecture technique de la loi « Avenir professionnel », se reporter au blog de J-M. Luttringer, *Droit et politique de formation* : <http://www.jml-conseil.fr/>

Une attention particulière nous semble devoir être portée aux OPCA<sup>82</sup>. Le texte de la loi prévoit d'en faire des Opérateurs de compétences (OPCO) et de leur donner, à cet égard, un rôle accru auprès des PME (voir l'encadré ci-dessous). Désormais poussés à se positionner sur les filières, et non plus attachés aux branches, les Opérateurs de compétences seront appelés à se regrouper, ce qui ouvre une période d'incertitudes et d'instabilité<sup>83</sup>. Mais leur bonne connaissance des enjeux de l'industrie devrait en faire des partenaires utiles des PME. Ceux de leurs collaborateurs qui agissent sur le terrain devront être en nombre suffisant et correctement formés aux problématiques de l'industrie 4.0 pour être des « intervenants » appropriés.

**Il y aurait intérêt à coupler les OPCO avec les centres techniques industriels (CTI) pour pouvoir apporter aux PME industrielles un accompagnement complet dans leur montée en compétences. [R]**

#### L'avenir des OPCA reste incertain (\*)

Les organismes paritaires collecteurs agréés ont vu, depuis la réforme de 2014, leur rôle initial de collecteur être partiellement transformé en conseils auprès des entreprises, avec des offres personnalisées. Mais la baisse récente de leurs ressources de fonctionnement, la fin de l'opération dite des « développeurs de TPE », ont réduit leurs capacités d'intervention directe auprès des PME. Qu'en sera-t-il à l'avenir ?

« L'offre de services des OPCA [...] se déploie autour de quatre dimensions : (i) l'information, la communication et la promotion de la formation ; (ii) l'analyse des besoins et les diagnostics RH d'entreprise [qui donne lieu dans un second temps au recours à des consultants extérieurs référencés et choisi par l'OPCA] ; (iii) les études et la prospective des métiers à travers les observatoires gérés par les OPCA ; (iv) la mise en œuvre des dispositifs

82 Organismes paritaires collecteurs agréés.

83 Mission a été confiée par la ministre du Travail à deux personnalités en vue du monde de la formation professionnelle, J-M. Marx et R. Bagorski, de proposer une réduction du nombre des OPCO et de redéfinir leur périmètre d'intervention autour des « filières ». Au moment de la rédaction de notre rapport leurs conclusions ne sont pas connues, encore moins les décisions prises à sa suite.

*de formation de droit commun, leur combinaison et leur agencement, et celle des dispositifs de GPEC et de GPEC territoriale».*

*Le projet de loi Pour la liberté de choisir son avenir professionnel transforme les OPCA en Opérateurs de compétences. Le transfert prévu de la collecte de la contribution légale formation-alternance aux Urssaf achèvera la métamorphose des organismes paritaires.*

*Ils doivent innover pour déployer de nouveaux « modèles d'affaires » et, dépendant de moins en moins de taxes obligatoires, renforcer leurs ressources financières. Cela dépendra de leur capacité à proposer des services adéquats aux PME : leur agrément reposera sur quelques critères dont leur capacité à « assurer un service de proximité au bénéfice des TPE-PME, permettant d'améliorer l'information et l'accès des salariés de ces entreprises à la formation professionnelle et d'accompagner ces entreprises dans l'analyse et la définition de leurs besoins en matière de formation professionnelle, notamment au regard des mutations économiques et techniques de leur secteur d'activité ».*

(\*) Source : Céreq Bref N° 362 [2018] consacré aux OPCA.

#### Encadré N° 17

L'autre loi qui concerne les entreprises — encore sous forme de projet — porte sur le Plan d'action pour la croissance et la transformation des entreprises (Pacte). Elle ne prend pas en compte la dimension des compétences. Dans la version actuelle du texte, au moment de la rédaction de ce rapport, c'est « un renforcement de la prise en considération des enjeux sociaux et environnementaux dans la stratégie des entreprises » qui est demandé. Ne sont pas, à ce stade, reconnues les missions de service public remplies par les entreprises en termes d'employabilité, de compétences, de formation que nous évoquons par ailleurs<sup>84</sup>.

Au niveau de l'État, des ministères techniques prennent aussi des initiatives pour soutenir les filières qu'ils supervisent, concourant ainsi au développement des PME. Le ministère des Armées, par exemple, signe avec les têtes de filière des industries de défense des conventions « Action PME » pour « garantir une base industrielle pérenne, souveraine et performante en

---

84 Voir en particulier le rapport de l'Académie sur l'industrie du futur, pages 98 à 101.

France dans laquelle les PME et les ETI ont toute leur place ». L'objectif, par un dialogue GE, ETI, PME est de « renforcer la maîtrise des briques technologiques sur l'ensemble des chaînes de valeur ». C'est d'abord le maintien d'un tissu industriel de souveraineté nationale qui guide ce ministère. Mais cela n'est pas neutre pour la question que nous traitons.

### 3.1.2 — L'action de Bpifrance

**Bpifrance cible l'essentiel de ses interventions sur les start-up et les PME en mouvement, c'est-à-dire innovantes et en croissance.**

**B**pifrance est une institution rayonnante. Au moins autant société de services qu'institution financière, elle est dynamique, omniprésente, elle multiplie les initiatives. La dernière, des plus spectaculaires, fut le lancement de *French-Fab*, « étendard de l'industrie française » qui veut accélérer la transformation de l'industrie en France et fédérer les entreprises industrielles innovantes et accroître leur visibilité internationale. L'initiative Accélérateur PME, pour transformer plus de PME en ETI, participe à la montée en compétitivité et en visibilité internationale de « PME ambitieuses », déjà avancées dans leur mutation. C'est à saluer et à encourager. Il y a cependant **peu d'entreprises manufacturières dans les accélérateurs soutenus par Bpifrance.**

**Dans le document *La doctrine d'intervention de Bpifrance*<sup>85</sup>, la question des compétences au sein des entreprises n'est pas abordée.**

C'est un choix stratégique. Les retours de terrain montrent, en effet, que l'institution ne prend pas en compte cette dimension<sup>86</sup>. De plus, elle

85 *La doctrine d'intervention de Bpifrance* (2014), actuellement en ligne sur le site <https://www.bpifrance.fr/>

86 Pour le directeur d'un groupement d'entreprises : « Bpifrance n'est pas connue par les PME industrielles pour des actions concernant les compétences, elle n'est connue

est beaucoup plus active sur la finalité AVANTAGE (ou innovation) que sur la finalité RATRAPAGE.

Bpifrance vient de publier le Guide *Marque employeur*. « À destination des dirigeants de PME et ETI, (il) donne des conseils pratiques pour (leur) permettre de déployer et de valoriser l'image de leur entreprise, afin d'attirer et de retenir les talents ». Une avancée dans le champ des RH...

Dans la répartition des tâches qui devrait intervenir entre la *FrenchFab*, promue par Bpifrance, et l'Alliance industrie du futur, il nous paraît revenir « naturellement » à cette dernière la responsabilité de porter la question de la montée en compétences des PME.

**Des actions sont aussi engagées dans la sphère privée avec le concours de Bpifrance ; elles traitent inégalement la question des compétences mais elles méritent intérêt.**

Hors des interventions de sociétés d'ingénierie ou de conseils, nous avons noté l'existence de diverses initiatives venues de la sphère privée soutenues par la banque publique.

Il existe, par exemple, le programme *Opération Data* soutenu et proposé par Bpifrance<sup>87</sup>. Son objectif est de permettre de diffuser des outils numériques (intelligence artificielle, données massives, stockage et calcul...) dans les PME de tous secteurs. Il est proposé de réaliser un diagnostic « data et IA » pour identifier comment l'entreprise peut prendre ce virage technologique et le cofinancer. Une analyse de contexte stratégique et concurrentielle est menée, suivi de l'identification d'une ou plusieurs pistes de création de valeur, d'une proposition de moyens techniques à mettre en œuvre, enfin

---

qu'au travers de sa contre-garantie sur les prêts, s'il y a une dimension innovation. Par ailleurs Bpifrance se détourne des augmentations de capital de moins de 800 K€ alors que pour beaucoup de ces entreprises c'est l'amorce de processus de modernisation et de montée en compétences. »

87 <https://operationdata.fr/>

un plan d'action et de financement est construit. Les intervenants auprès des PME sont des entrepreneurs et des investisseurs indépendants, experts en « transformation data-algorithmique ». Nous notons que le volet RH, compétences, formation est sous-dimensionné dans ce programme. Cette faiblesse en réduira la portée.

Nous pouvons aussi citer le programme *Welcome*, soutenu par Bpifrance, qui permet d'accueillir des start-up en résidence temporaire au sein de PME (voir l'encadré ci-dessous).

#### ***Welcome met en relation start-up et PME* (\*)**

*Welcome* est né en 2016 en Bretagne à partir de l'initiative locale Breizh Lab. [La plateforme vise à mettre en relation start-up et entreprises](#) pour favoriser la proximité et les échanges entre acteurs économiques. Elle ambitionne ainsi de fédérer les acteurs de l'économie traditionnelle avec les jeunes pousses de l'innovation. Le concept propose alors aux PME/ETI d'accueillir gracieusement dans leurs locaux une ou plusieurs start-up pour une durée minimum de 6 mois, et renouvelable 5 fois. Bien que ce ne soit pas imposé, le dirigeant a tout intérêt à échanger de manière régulière avec la jeune entreprise qu'il abrite afin de créer un climat d'entraide. Dès sa première année, *Welcome* a connu un véritable succès local avec près de 70 PME/ETI candidates. La plateforme est alors déployée bien au-delà de la région bretonne par Bpifrance.

*Welcome* est un concept gagnant-gagnant. Pour la PME/ETI, elle a le principal avantage d'introduire « l'esprit start-up » dans ses locaux. Cela lui permet de rester compétitive face aux jeunes entreprises innovantes qui convoitent son marché. C'est également une opportunité de rencontres à valeur ajoutée, et une manière de participer sur son territoire à l'irrigation de l'innovation. Pour la jeune start-up, elle a la possibilité de s'implanter gratuitement en France et dans le monde entier dans les locaux d'une PME/ETI. Mais encore, la start-up peut bénéficier de l'expérience de l'entreprise qui l'héberge, de ses process industriels et de ses connexions business.

(\*) Site de Bpifrance <http://www.bpifrance.fr/A-la-une/Actualites/Welcome-by-Bpifrance-27860>

#### Encadré N° 18

La start-up « en résidence » dans une PME n'a, bien entendu, pas à servir uniquement l'entreprise hôte. Elle bénéficie d'un accueil, d'un accompagnement.

Elle apporte à la PME une ouverture sur un univers technologique nouveau qui peut lui être utile. L'appareillement des deux entreprises est à traiter avec minutie si l'on veut que se produise un enrichissement croisé, réel et utile.

La concentration des start-up dans les zones métropolitaines pourrait être une entrave à ces alliances si elles n'étaient accompagnées d'incitation pour ces TPE à « se risquer » loin d'une métropole régionale, au moins un temps. L'expérience Welcome démarrée en Bretagne, étendue à la Normandie, est intéressante à cet égard. Dans ce cadre, une quarantaine d'opérations, en deux ans, sont qualifiées de « réussies » par leurs promoteurs<sup>88</sup>.

Nous notons que l'Udimec Isère prône le rapprochement de start-up avec des PME disposant de compétences en production, ce que n'ont pas nécessairement les start-up<sup>89</sup>. Ce n'est qu'un aspect du potentiel de la collaboration, mais c'est une amorce intéressante.

C'est à une forme de transgénèse que nous recommandons de recourir. Cette technique se pratique encore peu dans le tissu des PME industrielles. Chaque PME ou grappe de PME peut avoir un « gène d'intérêt » jugé utile de transférer. La construction du transgène et le choix du vecteur sont cruciaux.

**Associer les réseaux French Fab et French Tech par une technique appropriée de « transgénèse ».**

Au-delà de des cas particuliers évoqués plus haut, l'État ayant pris, à quelques années d'écart, deux initiatives spectaculaires, l'une concernant

---

88 Bpifrance, ayant quelques difficultés à développer cette initiative depuis Paris, tente de passer par les CCI, mais ces dernières ont actuellement des soucis existentiels. La CCI régionale de Normandie, qui est souvent citée, préparerait une initiative qui irait au-delà de la mise à disposition de locaux. Un nouvel intervenant devrait booster l'initiative : le Centre des Jeunes Dirigeants, implanté de façon diffuse, sans structure lourde. Un accord multipartite devrait être signé. A ce jour, il y aurait environ 300 inscriptions vivantes, et 40 opérations réussies, majoritairement en Bretagne, ceci du fait de l'ancienneté de l'initiative sur ce territoire.

89 Témoignage de Thierry Uring, délégué général d'Udimec Isère.

les start-up, la French Tech<sup>90</sup>, l'autre les entreprises industrielles, la French Fab<sup>91</sup>, il serait utile de les lier entre elles. Il y aurait intérêt d'abord à ce que le mouvement de la French Fab gagne des couches nouvelles de PME industrielles, plus traditionnelles, et que, ensuite, par association avec des start-up de la French Tech, il s'opère des fertilisations croisées.

**Des rapprochements sont à susciter entre la French Tech et la French Fab pour contribuer à transformer le tissu des PME industrielles. [R]**

Par exemple, Bpifrance (le HUB) vient de publier une étude sur « l'écosystème français des start-up de la *supply chain* »<sup>92</sup>. L'offre de ces jeunes TPE en couvre les différents volets : WMS / TMS / SCM<sup>93</sup>. Il conviendrait d'aller un cran plus loin. L'intérêt de la mise en relation avec des entreprises industrielles cherchant des solutions dans ces domaines paraît évident.

### 3.1.3 — La place des filières dans les politiques publiques

**Les filières industrielles occupent une place quasi-exclusive dans les politiques publiques. L'industrie aéronautique et spatiale, grâce aux initiatives du GIFAS<sup>94</sup>, paraît être un exemple à suivre**

L'État, le Conseil national de l'industrie (CNI), France Industrie, Bpifrance, avec d'autres, font de la politique de filières l'alpha et l'oméga de la politique industrielle. Cela présente des avantages et des inconvénients. Il faut jouer des premiers ici et pallier les seconds ailleurs.

90 Lien : <http://www.lafrenchtech.com/>

91 Lien : <https://www.lafrenchfab.fr/>

92 Lien : <https://blog.lehub.bpifrance.fr/mapping-supply-chain/>

93 Warehouse Management System / Transport Management System / Supply Chain Management System.

94 Groupement des industries françaises aéronautiques et spatiales.

Vouloir considérer le tissu industriel de façon quasi-exclusive comme un ensemble de filières parallèles simplifie la lecture et donc la conception d'un traitement de la situation. Sera-t-il approprié ? Cela ne tient, en effet, pas compte de la transformation en profondeur du paysage économique et exclut les entreprises dont les offres ne s'insèrent pas dans des chaînes de valeurs pilotées par des têtes de filière (cas des PME proposant des produits propres).

Du côté des bénéficiaires de l'approche, soulignons que cela donne un sens, de la cohérence à des ensembles hétérogènes d'entreprises, que cela permet de raccrocher nombre de PME à des locomotives têtes de filière — encore faut-il qu'elles jouent leur rôle de tracteurs de leurs sous-traitants et fournisseurs — et cela contribue à organiser des *supply chains* nationales. Du côté des inconvénients de l'approche, le premier est qu'elle fige une organisation verticale héritée du passé, assez myope quant aux grandes convergences de métiers et de technologies, hermétique aux nouveaux entrants sur les marchés porteurs d'innovations ou de modèles d'affaires en rupture ; un autre, voisin, est que cette organisation est peu poreuse aux porteurs de nouvelles solutions, aux start-up innovantes. Il est symptomatique, ce n'est qu'une illustration, qu'un campus pour véhicules autonomes (AutoCampus) soit créé à Toulouse au sein du pôle de compétitivité Aerospace Valley<sup>95</sup>.

« Dans la nouvelle industrie [...] les frontières des filières traditionnelles explosent dans l'hybridation générale des savoirs et des cultures. L'avenir est à ceux qui savent sortir de leurs silos »<sup>96</sup>

Les filières retenues par le CNI sont aujourd'hui au nombre de seize<sup>97</sup>. Chacune doit proposer un plan stratégique. Certaines sont beaucoup plus

---

95 *L'Usine Nouvelle*, N° 3551, 22 février 2018.

96 Pierre Veltz. *Op. cit.*

97 Aéronautique, alimentaire, automobile, bois, chimie et matériaux, eau, ferroviaire, industrie navale et maritime, industries pour la construction, industries électroniques, industries et technologies de santé, mines et métallurgie, mode et luxe, nouveaux systèmes énergétiques, nucléaire, transformation et valorisation des déchets.

structurées et avancées que d'autres. Première par ordre alphabétique, la filière aéronautique est première par ordre de progression : elle peut être, sinon un modèle, du moins un exemple pour d'autres. Pour illustrer notre propos, nous la retenons ici.

Les PME membres du GIFAS sont les partenaires des maîtres d'œuvre sur l'ensemble des programmes aéronautiques et spatiaux. Elles ont toujours fait l'objet d'une grande attention de la part du groupement. Créé au sein du GIFAS en juin 1996, le **Comité Aéro-PME** a pour mission la valorisation des performances des PME. Il regroupe exclusivement les PME membres du GIFAS et indépendantes de grands groupes industriels.

Le GIFAS a lancé en 2014 le programme « Performances Industrielles » (voir l'encadré ci-dessous). Ce programme, où le comité Aéro-PME était en première ligne, a été engagé dans le cadre d'un partenariat avec l'État et des régions. La phase 1 du programme s'est déroulée jusqu'en 2016.

#### Le programme « Performances industrielles » en appui des PME de la filière aéronautique (\*)

Ce programme avait quatre objectifs principaux : (i) améliorer la performance de la supply chain française en termes de livraison et de qualité, (ii) améliorer la relation donneur d'ordre/fournisseurs, (iii) améliorer la compétitivité des PME de la filière, (iv) développer les emplois de la filière.

Selon le GIFAS, « les résultats de la Phase 1 ont été excellents : 97 % des PME ont vu une amélioration significative de leur performance mesurée à travers l'un des critères suivants : ponctualité, profondeur du retard technologique et qualité. Ceci a été possible grâce à la mobilisation sans précédent de la filière avec 69 donneurs d'ordres et 401 fournisseurs unis autour de ce programme dans l'ensemble des 13 Régions métropolitaines françaises. Cette Phase 1 a représenté plus de 6 000 jours d'accompagnement et plus de 5 000 jours de formation pour un budget total de 23 millions d'euros dont 6 millions d'euros de financement public ».

Au vu de ces résultats, le Gifas et les Régions ont décidé de poursuivre et amplifier cette démarche en lançant une phase 2 pour les années 2017-2019. Elle concernera plus de 300 PME de la filière, dont 150 issues de la Phase 1, réparties dans 50 grappes (1 donneur d'ordre + 6 ou 7 PME). Ceci représentera de nouveau 6 000 jours d'accompagnement en PME et 2 600 jours de formation.

Le budget s'élèvera à 17,6 millions d'euros, dont 5,3 millions d'euros de financement

public par les régions et 1 million d'euros en provenance de l'OPCAIM<sup>1</sup>. Le Gifas, quant à lui, y contribuera à hauteur de 2,6 millions d'euros.

[\*] Source : <http://regions-france.org/actualites/actualites-nationales/gifas-regions-de-france-lancent-phase-2-programme-performances-industrielles/>

1 Organisme paritaire collecteur agréé des industries de la métallurgie. Site : <http://www.opcaim.com/>

Encadré N° 19

**Pourtant de très nombreux sous-traitants aéronautiques pourraient disparaître dans les prochaines années.**

Derrière les chiffres spectaculaires des têtes de filière (chiffres d'affaires et carnets de commandes, marges opérationnelles...) la masse des sous-traitants vit une tout autre réalité. Une étude publiée en 2018 par les cabinets Kea & Partners et H & Z, sous le patronage du Gifas et du BDLI — son homologue allemand —, révèle qu'en France et en Allemagne, « *Seule la moitié des fournisseurs aéronautiques sont susceptibles de rester des partenaires commerciaux des grandes entreprises du secteur*<sup>98</sup>. [...] *Ces sous-traitants aéronautiques ne sont pas assez compétitifs dans le cadre des mises en concurrence à venir des programmes existants et à plus long terme pour les nouveaux programmes* », analyse le cabinet Kea & Partners. L'étude a passé au crible les PME selon vingt-neuf critères de compétitivité — dont sept liés au numérique. Elle révèle qu'une partie significative d'entre elles « *N'ont pas grandi assez vite, et que la consolidation de la filière n'a pas été suffisante.* »<sup>99</sup>

Trop petits, pas assez compétitifs, n'ayant pas intégré les technologies numériques au niveau de leurs donneurs d'ordres, de nombreux sous-traitants aéronautiques ne peuvent pas suivre les grands groupes. « *Leur maturité*

98 La situation, révélée ici, des sous-traitants allemands de l'aéronautique nous rappelle que toutes les KMU, l'équivalent de PME, du *Mittelstand* ne sont pas à la pointe de la modernité et de la productivité. Ce que nous tenions d'autres sources.

99 *L'Usine Nouvelle*, N° 3562, du 10 mai 2018.

*industrielle n'évolue pas assez vite alors que les exigences sur les prix sont de plus en plus fortes et que la concurrence mondiale s'accroît. »*

Face à cette situation, le Gifas a décidé de lancer la phase 2 du programme « Performances industrielles » afin de toucher plus de sous-traitants (voir l'encadré ci-dessous). Parallèlement à cela, il vient d'annoncer le lancement du programme « Ambition PME-ETI », un accélérateur d'entreprises, en s'appuyant sur l'expérience de Bpifrance en accompagnement des PME vers le niveau ETI.

### **Ambition PME-ETI : un programme pour accélérer les entreprises de la filière aéronautique (\*)**

Ambition PME-ETI a été lancée le 21 septembre 2017, en présence du ministre de l'économie et des finances, du président du Gifas et du directeur général de Bpifrance.

*« La filière aéronautique et spatiale française est une filière d'excellence grâce à la solidarité et la cohérence de sa supply chain. Assurer la croissance de ses ETI et PME, leur permettre de changer d'échelle et de devenir champion à l'international, est essentiel pour l'avenir de la filière. Ambition PME-ETI sera un levier puissant pour faire évoluer la filière, conforter son dynamisme, la structurer et la consolider »* ont déclaré Patrick Daher, président du GEAD (Groupe des équipementiers) et Bertrand Lucereau, président du Comité Aéro-PME, du GIFAS.

#### **Première promotion Ambition**

La première promotion Ambition PME-ETI réunit 60 entreprises volontaires de la filière. Durant 18 mois, les membres suivront un accompagnement à la fois individuel et collectif. Ils bénéficieront d'un diagnostic stratégique pour identifier leurs priorités de croissance et auront le choix entre deux modules de conseil pour élaborer leur feuille de route RH, digitale ou encore internationale. Par ailleurs, ils seront mis en relation avec des acteurs reconnus de la filière aéronautique et d'autres filières d'excellence industrielle pour concrétiser des opportunités de croissance. À l'issue du programme, chaque entreprise formalisera un nouveau plan stratégique. En intégrant ce réseau d'entreprises, animé dans un esprit solidaire et fédérateur, les dirigeants pourront échanger avec leurs pairs et éviter ainsi la sensation d'isolement rencontrée par certains chefs d'entreprise.

(\*) Source : site du GIFAS

Encadré N° 20

La situation des PME dans la filière aéronautique est assez semblable, par exemple, à celle rencontrée dans la filière automobile. Selon une enquête

récente menée par le Comité de performance industrielle de la plate-forme de la filière automobile (PFA), le quart des entreprises qui y ont participé sont « réelles difficultés ou décalées par rapport à l'indice de performance globale » de la filière<sup>100</sup>. Il reste les entreprises qui n'ont pas participé à l'enquête...

**Des acteurs nationaux de premier plan comme le Conseil national de l'industrie, France Industrie, Bpifrance, désormais le ministère du Travail pour les missions des OPCO, etc. fondent leur politique sur les filières industrielles. Cette approche a des vertus mais, exclusive, elle laisse de côté les PME sous-traitantes de 2<sup>e</sup> rang et au-delà, qui servent plusieurs filières, donc n'appartiennent à aucune... C'est un point de faiblesse du dispositif qu'il convient de pallier, sur les territoires, par des actions des régions qui seraient orthogonales aux filières. [R]**

#### ONE-TOO

*30 salariés – 4 M€ (dont 8 % à la R & D et 30 % à l'export) – Région PACA. Fabrication de clés dynamométriques(\*)*

L'entreprise était confrontée à la chute des ventes dans l'activité traditionnelle d'outils spécialisés pour les réseaux de concessionnaires automobiles.

« Nous avons raisonné non plus en termes de filière mais en termes de métier. C'est ainsi que nous avons conçu une clé dynamométrique communicante capable de calculer le couple et l'angle de serrage et d'enregistrer les données sur le serrage. Ce saut technologique a permis de capter l'intérêt d'autres secteurs dont celui de l'aéronautique », déclare le chef d'entreprise.

(\*) Source : Mécasphère N° 44. Op. cit.

Encadré N° 21 — Un cas de PME

100 Site de *L'Usine nouvelle*. Information mise en ligne le 1er novembre 2017.

**Par ailleurs, restant dans une logique de filière, il serait souhaitable que les grands donneurs d'ordres se sentent investis d'une mission de soutien à leurs « petits sous-traitants ». Une reconnaissance fiscale pourrait leur être accordée. [R]**

Certaines têtes de filière, pas toutes, et certains grands équipementiers, pas tous, ont conscience de leurs responsabilités : « Charge à nous [...] d'accompagner nos fournisseurs dans cette transformation qui impacte tous nos métiers », déclare Philippe Petitcolin, directeur général de Safran<sup>101</sup>.

Compte tenu des impacts majeurs, économiques et sociaux, qu'aurait la disparition de nombreux sous-traitants, un traitement fiscal avantageux des efforts consentis par les GE pour les soutenir, pour maintenir de façon non artificielle des activités et des emplois et pour les tirer vers l'industrie 4.0, devrait être accordé par l'État. Nous pensons ici à un crédit d'impôt.

### 3.1.4 — Rôle des fédérations et des syndicats professionnels

**Des fédérations, des syndicats professionnels prennent des initiatives de soutien aux PME industrielles. Toutes les organisations professionnelles devraient — comme certaines ont commencé à le faire — inscrire la progression en compétences de leurs membres comme une priorité stratégique collective. [R]**

**D**ans cet esprit, nous préoccupant ici des fédérations et syndicats professionnels, nous recommandons que, sous l'égide de l'Alliance industrie du futur, à laquelle certains adhèrent, ces organisations prennent ou consolident des initiatives intéressantes, ainsi :

- certaines organisations mettent en place des observatoires des métiers ; ils doivent pouvoir être des points d'appui solides pour des démarches de

---

<sup>101</sup> Source : <https://fr.linkedin.com/pulse/le-digital-au-service-de-nos-engagements-philippe-petitcolin>

GPEC et de VPPEC par secteur ou filière ; sans ces observatoires jouant avec de l'anticipation, l'édifice « compétences et formation, emplois et recrutements » n'a pas de fondation ; or toutes les organisations professionnelles ne se sont pas dotées de cet organe, ou toutes ne l'ont pas fait avec une même exigence qualitative ;

- certaines (les mêmes ou non), notamment par leur CTI, créent et animent des plates-formes techniques ouvertes qui permettent aux PME d'éprouver des concepts, de tester des outils, matériels et/ou logiciels, d'expérimenter des solutions originales (produits, services et/ou procédés), etc. ; mais ces initiatives gagneraient à être plus nombreuses et mieux connues, et à être articulées avec les plates-formes techniques des établissements d'enseignement (voir le paragraphe 3.5.8), ainsi qu'avec les « vitrines » ou les showrooms présents sur le territoire et évoqués par ailleurs ;
- elles mandatent des représentants dans les organes où s'élaborent des référentiels métiers et des référentiels de compétences, comme les Commissions professionnelles consultatives (CPC) du ministère de l'Éducation nationale ; mais il est indispensable que ces représentants maîtrisent parfaitement les sujets traités.

**Pour sa part, l'Alliance industrie du futur (AIF) pourrait jouer le rôle de « bras armé » du CNI, en lien avec France Industrie, pour piloter, au niveau national, le dispositif concourant à la montée en compétitivité et en compétences des PME industrielles et lui donner une cohérence d'ensemble<sup>102</sup>. Pour cela, elle devrait être remodelée. [R]**

Le cercle de ses membres devrait être élargi à d'autres branches (agroalimentaire, textile...), à d'autres acteurs essentiels, par exemple dans le domaine de la formation professionnelle (universités, IUT, lycées technologiques et

---

102 Sur l'AIF, voir le rapport de l'Académie sur l'industrie du futur, pages 129 et suivantes.

professionnels, en faisant appel à leurs associations ou *Conférences*). Son rôle de coordination au niveau national devrait se prolonger de façon effective sur les territoires, jusqu'aux bassins d'emploi, en étroite relation avec les régions et les services de l'État en régions. A la lisibilité d'ensemble du dispositif à regagner au niveau macro, devrait correspondre une clarification des rôles et une simplification d'accès au dispositif pour le chef d'entreprise, au niveau micro, dans son bassin d'emploi (voir la section 3.4).

Dans le cadre du CNI, le gouvernement a récemment installé le CNI numérique, coprésidé par deux membres du gouvernement<sup>103</sup>. C'est une première approche *transfilière* au niveau national, il convient de le saluer. Cette composante du CNI a pour objectif « d'aider au développement du tissu industriel français par le numérique. (Elle) contribue aux Contrats stratégiques des filières du CNI et pilote, en cohérence, l'action de l'Alliance industrie du futur ». C'est une avancée pour l'AIF qui obtient ainsi un « arrimage » gouvernemental et une reconnaissance politique.

Les deux initiatives nouvelles annoncées lors de l'installation du CNI numérique en juillet 2018, ayant un lien direct avec la problématique que nous traitons, portent sur : (i) l'introduction d'une « méthodologie de suivi de la transformation du tissu industriel français afin de pouvoir (mesurer) les résultats de cette politique » et (ii) le lancement d'une réflexion stratégique sur le développement des plates-formes de formation aux technologies de l'industrie du futur ». Enfin, cette réunion d'installation a permis d'acter que « l'Alliance industrie du futur, Régions de France, Bpifrance et France Industrie (s'alliaient) au sein de la French Fab ». Pour cela des « pistes de travail » ont été partagées, elles seront « suivies dans les prochains mois ».

---

103 Le secrétaire d'État auprès du Premier ministre, en charge du numérique, et la secrétaire d'État auprès du ministre de l'économie et des finances. Les citations sont extraites du dossier établi par le conseil national de l'industrie : « Installation du CNI numérique, 11 juillet 2018 ».

Notre conviction est que le nombre d'acteurs placés au même niveau, de façon indifférenciée (niveau national, régional ou local), est trop élevé pour que de simples « pistes de travail » apportent de la simplification, de la lisibilité, de l'efficacité sans un maître d'ouvrage unique et sans un maître d'œuvre unique au plan national. Cette « unicité » étant à décliner aux deux autres niveaux des écosystèmes, régional et local (voir la section 3.4).

**À l'évidence une organisation doit prendre le pas sur les autres, au niveau national, pour assurer une maîtrise d'œuvre unique de la transformation industrielle. L'AIF remodelée devrait assumer cette fonction. [R]**

### 3.1.5 — Les centres techniques industriels (CTI)

**Les centres techniques industriels (CTI) ont un rôle majeur à jouer, pourvu qu'ils en aient les moyens. Leur réseau est à repenser et à restructurer.**

Les CTI sont reconnus par la Loi : « Dans toute branche d'activité où l'intérêt général le commande, des établissements d'utilité publique dénommés centres techniques industriels sont créés par l'autorité administrative compétente après avis des organisations syndicales les plus représentatives des employeurs et des salariés de ces branches d'activité. Les centres techniques industriels ont pour objet de promouvoir le progrès des techniques, de participer à l'amélioration du rendement et à la garantie de qualité dans l'industrie »<sup>104</sup>. Leurs missions sont variées (voir l'encadré ci-dessous).

**Les CTI, par construction, sont des acteurs de branche, et non de filiale.**

---

104 Code de la recherche. Articles L342-1 et L342-2.

### À propos des missions des centres techniques industriels (\*)

« Les centres techniques industriels (CTI) apportent aux entreprises les moyens et compétences pour améliorer leur compétitivité : transfert des technologies issues de la recherche, innovation collaborative, maîtrise de l'élaboration des normes. [...]

Les CTI sont parmi les seuls acteurs capables d'accompagner les entreprises en combinant approche technologique et approche économique.

De par leur caractère hybride, les CTI sont des outils des secteurs professionnels soutenus par l'État au service des entreprises.

Outils de mutualisation des secteurs professionnels, les CTI mettent en œuvre leurs missions d'intérêt général pour leur secteur, grâce à un financement public : taxe affectée et/ou dotation budgétaire de l'État.

Les CTI exercent des activités d'intérêt général allant de la recherche appliquée en laboratoire à la démonstration de faisabilité industrielle et économique sur des plateformes technologiques et halles d'essais. Ce sont des acteurs majeurs du transfert technologique. Ils sécurisent les investissements industriels dans les domaines innovants. [...]

Un contrat de performance quadriennal est conclu entre les trois parties prenantes, l'État, la profession et le CTI. Il précise la feuille de route stratégique du centre, les objectifs à atteindre et les actions à mettre en œuvre. Les contrats en cours couvrent la période 2016-2019. »

Il existe, à côté des CTI, quelques comités professionnels de développement économique (CPDE) qui « assurent des missions de service public pour les industries d'une ou plusieurs filières ».

(\*) Source : Réseau des CTI. <https://www.reseau-cti.com/les-cti/presentation-et-missions-cti-cpde/>

#### Encadré N° 22

Une quinzaine de CTI ont été progressivement créés avec des périmètres extrêmement divers, des plus étroits (exemple : charpentes métalliques) aux plus larges (exemple : mécanique) : béton, bijouterie, bois, charpentes métalliques, corps gras, cuir, matériaux de construction, mécanique, plasturgie et composites, textile et habillement, etc. Ils sont le reflet de l'industrie présente.

Globalement, leurs ressources sont pour 50 % une taxe affectée et pour 50 % des produits de prestations vendues.

Les CTI ont vocation à être des centres de développement d'outils de diffusion des pratiques et des technologies de l'industrie du futur. Ils ont

intérêt à collaborer, pour les élaborer, avec des écoles d'ingénieurs et des IUT de technologie mais aussi avec des écoles de management et de design. Le design<sup>105</sup> de ces outils doit permettre leur portabilité dans les bassins d'emploi de la façon la plus autonome possible. Cela n'ôtera toutefois pas le besoin d'accompagnement. Cela pourra l'alléger.

La plupart des CTI, de petites tailles, très spécialisés, n'ont pas les moyens de porter la transformation numérique — dont nous nous préoccupons ici — dans les entreprises ressortissantes.

**Le Cetim paraît l'un des rares CTI à être en capacité d'accompagner la montée en compétitivité et en compétences des PME industrielles. Il peut servir de référence dans une réflexion concernant l'avenir des CTI et de leur réseau. [R]**

Le Cetim s'est engagé dans l'Alliance industrie du futur<sup>106</sup>, en lien avec des régions et/ou des filières. Il accompagne des PME manufacturières dans leur montée en compétences technologiques mais aussi dans leur progression en compétences non-technologiques. Cela commence au niveau de leur stratégie techno-économique, de leur modèle économique, de leur organisation, etc.

« Notre action la plus emblématique est l'opération Acamas<sup>107</sup> qui a accompagné en dix ans 1 300 chefs d'entreprise dans leur réflexion stratégique et la mutation de leur modèle. ACAMAS et ses actions dérivées, travaillent sur le projet de transformation autant que sur l'évolution du profil

---

105 Nous ne parlons pas ici d'esthétique graphique, ou pas seulement.

106 Au moment où nous rédigeons notre rapport, trois CTI seulement sont membres de l'AIF : Cerib (industrie du béton), IS (soudure) et Cetim (industries mécaniques).

107 « Mené en coopération par la FIM et le Cetim, ce programme est destiné aux entreprises de moins de 250 personnes. L'opération constitue un outil de mutation structurelle nécessaire face à la mondialisation des échanges économiques. Elle vise, par ailleurs, à initier au sein des PME une démarche structurée de changement à partir d'un bouquet d'actions telles que les diagnostics stratégiques, l'intégration dans le fonctionnement en entreprise étendue ou encore l'adaptation des outils de conception et de production pour anticiper les demandes des donneurs d'ordres ». Source : site Cetim [www.cetim.fr](http://www.cetim.fr)

personnel du dirigeant et du management porté avec son premier cercle. Il aborde en particulier les approches de croissance par alliances qui sont l'une des voies possibles de montée en gamme pour des PMI de taille limitée. Sur les 800 PMI que nous entraînon chaque année, 50 % sont embarquées sur des thématiques non technologiques qui se déclinent ensuite pour la plupart en actions technologiques. Dans le cadre des approches industrie du futur, nous travaillons actuellement sur de nouveaux outils d'accompagnement des PMI pour intégrer l'impact de la révolution numérique et digitale dans la réflexion stratégique et sur les business models (offres tournées vers l'usage, valorisation du capital data...). Le Cetim est probablement le seul CTI qui "encapsule" la dimension stratégie, management et organisation. Ce n'était pas son ADN d'origine. Nous avons développé ces approches avec des experts extérieurs, notamment des économistes, puis structuré autour du CETIM un pool de consultants qui a permis de déployer ces actions sur toutes les régions. »<sup>108</sup>

**Compte tenu des enjeux de la numérisation de l'industrie, des dimensions technologiques et non-technologiques de cette transformation, un profond réagencement du réseau des CTI nous paraît indispensable. [R]**

Des rapprochements, puis des fusions, sont indispensables pour atteindre une taille critique, pour mutualiser des expertises et des retours d'expériences, et pour réussir la montée en compétences technologiques (dont numériques) et non-technologiques des CTI...

Nous ne disposons pas de toutes les données pour formuler une prescription précise concernant la ré-architecture du réseau actuel, mais il nous semble qu'une construction en quatre groupes peut être envisagée : le groupe des CTI de l'agroalimentaire, le groupe des CTI du bâtiment et des travaux publics, le groupe des CTI des industries manufacturières et de transfor-

---

<sup>108</sup> Interview de Daniel Richet, directeur du développement régional et international du Cetim.

mation, enfin le groupe des CTI des produits du luxe, de l'habillement et de la mode. Chacun d'eux œuvrant à la numérisation de son secteur d'activité, avec une nécessaire mutualisation opérée au niveau CNI numérique par l'Alliance industrie du futur.

**Il faut s'interroger sur l'impact des mutations en cours sur la composition de ce réseau.**

Il nous semble que les groupes proposés ci-dessus, dès lors que la numérisation, les technologies 4.0, sont correctement prises en compte, permettent la transition de l'industrie du présent à celle du futur.

Le CTI plasturgie et composites a été créé récemment. Probablement faudra-t-il compléter le dispositif.<sup>109</sup>

Une fois ces groupes constitués, les synergies et optimisations recherchées autour de projets communs, les élargissements à des activités peu ou non accompagnées envisagées, il conviendra sûrement d'engager des fusions intragroupes. Ces intégrations concernent aussi des structures diverses, souvent isolées, ayant des tailles subcritiques, et dont la pérennité est questionnée, en particulier les Centres régionaux d'innovation et de transfert de technologie (CRITT)<sup>110</sup>.

**Le nouveau réseau des CTI devra être articulé à ceux des clusters (pôles de compétitivité et grappes industrielles), à celui des Campus des métiers et des qualifications et à celui des Opérateurs de compétences (OPCO, remplaçant les OPCA). C'est une construction réticulaire globale, prenant en compte les réseaux d'acteurs traitant de compétitivité et de compétences, que nous recommandons d'entreprendre. [R]**

109 Par exemple, l'intérêt de la création d'un CTI consacré aux énergies alternatives serait à étudier.

110 À titre d'illustration, il existe quinze CRITT dans la seule région Grand Est.

Il est parfois reproché aux CTI, pris globalement, d'accompagner un nombre insuffisant de PME. Depuis le lancement du programme *Industrie du futur*, cette critique perd de son fondement pour les CTI impliqués.

Il reste à évoquer la question des moyens financiers des Centres techniques industriels actuels. Encore faut-il qu'ils existent toujours si nous voulons les regrouper... Une première disposition aurait concerné le traitement des dépassements de taxe affectée. Au-delà d'un plafond — actuellement fixé à 70 M€ — les excédents sont reversés au budget de l'État au lieu de servir au développement et à la montée (indispensable) en moyens et en compétences des CTI. Mais une menace, bien plus grave, sur l'existence des CTI apparaît. Les ministères de Bercy, considérant que cette taxe est une dépense d'État, prévoiraient une réduction drastique de son montant. Au niveau de réduction qui semble envisagée<sup>111</sup>, nous craignons un effondrement des CTI.

**La disparition éventuelle des Centres techniques industriels, même leur affaiblissement serait gravement préjudiciable au tissu des PME, surtout dans une période de profonde mutation industrielle.**

**Comprenant les enjeux des finances publiques, intégrant ceux, primordiaux, de la montée en compétitivité et en compétences des PME industrielles, il nous paraît de la première urgence de procéder au réagencement du réseau des CTI, en y intégrant notamment les CRITT et les structures proches. [R]**

Pour autant les CTI renouvelés, redessinés, devraient travailler pour le futur à l'élaboration de nouveaux modèles économiques.

---

111 Au début de l'été 2018.

### 3.1.6 — Des organismes de recherche

**Des organismes de recherche contribuent à la montée en compétences des PME. Une intermédiation est souvent à assurer.**

L'expérience montre que, sauf dans le cas des entreprises dont les dirigeants ont une pratique de la recherche, la relation directe entre laboratoire et PME n'est pas aisée. C'est un chantier cent fois relancé. Les transferts de technologie « laboratoires PME » ne vont pas de soi. Le principal obstacle est le décalage culturel entre les acteurs qui s'explique en particulier par l'écart entre le niveau TRL des « produits » du laboratoire et le niveau où se situe la PME.

**Dans l'industrialisation d'un produit, le passage du niveau TRL 4/5 où se situe le laboratoire au niveau TRL 8/9 de l'entreprise — dans le contexte d'une PME — est crucial, surtout en cas de distance entre les technologies à transférer et son métier de base (technologies numériques pour une entreprise mécanicienne ou chimiste, par exemple).**

« C'est même un frein à l'innovation technologique et à la montée en compétences des PME quand le laboratoire partenaire est rompu à la réalisation de projets jusqu'au TRL 4/5 » soutient Roland BLANPAIN, chef de département à CEA Tech. Il faut donc construire un écosystème avec des intermédiaires entre le laboratoire et la PME susceptible d'intégrer une technologie nouvelle éloignée de ses bases.

« Il manque fréquemment (dans la PME) de larges pans de connaissances de base qui vont être demandées en amont aux organismes à vocation scientifique.<sup>112</sup> » Ce à quoi ces organismes trouvent peu d'intérêt. De plus, pour être demandées, encore faut-il que les PME puissent accéder à des

---

112 Communication à l'Académie des technologies. Des relations entre entreprises et recherche extérieure (2008). Pages 14 et 15.

organismes pertinents et, pour cela, les connaissent. L'exercice peut être facilité par des intermédiaires.

Par ailleurs, « tirer profit des résultats acquis par les recherches extérieures n'est ni facile, ni immédiat. Il faut d'abord les assimiler, donc disposer en interne de personnels d'un niveau scientifique suffisant pour échanger avec les laboratoires les plus avancés ». Ce qui n'est pas le cas général. En résumé, le rapprochement laboratoire — PME est souvent entravé par un *gap* scientifique, technologique et culturel.

**En tout état de cause, une « adaptation d'impédance » s'avère indispensable. [R]**

Elle peut être réalisée par un centre technique (ils sont peu nombreux en capacité de réaliser une telle transition) ou par un intégrateur, si possible une PME ou une ETI implantée en proximité. L'objectif est de produire rapidement un démonstrateur et/ou un prototype. Le passage par une plate-forme relais, qui permet de passer dans des délais brefs de TRL5 à TRL9 et minimise les risques pour la PME, rassure le chef d'entreprise.

Sur les plates-formes ouvertes, conçues comme des lieux d'expérimentation et de développement mais aussi comme des lieux de partage, des PME de divers métiers, présentes sur divers marchés, se côtoient et la transmission informelle d'informations et d'idées y est facilitée. Cette présence simultanée peut aussi contribuer à rassurer. Mais le partage n'est pas spontané pour nombre de dirigeants de PME, nous l'avons vu à propos de l'innovation ouverte (voir la section 2.2).

Quand le transfert a lieu, les compétences concernées sont par essence technologique. Il manque alors, pour réussir pleinement la greffe, une progression en compétences non-technologiques, souvent inévitable, nous l'avons dit. Un accompagnement de la PME dans ce cadre n'est jamais opéré.



Schéma N° 1. — Une nécessaire intermédiation entre laboratoire et PME

L'État a pris l'initiative en 2006 de lancer les Instituts Carnot, en s'inspirant du modèle allemand des *Instituts Fraunhofer*, créés près de 60 ans plus tôt. L'objectif était de « favoriser la recherche partenariale, c'est-à-dire la conduite de travaux de recherche menés par des laboratoires publics en partenariat avec des acteurs socio-économiques, notamment des entreprises » (voir l'encadré ci-dessous).

#### Les Instituts Carnot et les PME industrielles

Aujourd'hui, vingt-neuf Instituts Carnot sont labellisés et neuf autres sont dans une phase de prélabellisation. Ces structures opérationnelles sont en général constituées de groupements de laboratoires, de centres techniques et de centres importants d'établissement public. L'ensemble correspond à 18 % des effectifs de la recherche publique.

Le système Carnot est implanté sur tout le territoire et correspond à des compétences regroupées en 7 domaines thématiques : TIC – micro & nano technologies, matériaux, mécanique et procédés, énergie et transport, environnement, ressources naturelles et chimie, santé, technologies pour la santé, nutrition, construction, génie civil et aménagement du territoire, sciences humaines et sociales.

Ces compétences permettent de couvrir un large ensemble de secteurs industriels.

Comme de nombreux dispositifs mis en place par l'État, une attention particulière est portée aux PME et ETI. En effet, le réseau Carnot facilite l'accès à des plateformes technologiques pour les PME et a mis en place des outils spécifiques, tel que les « Actions Carnot Filières ». Cela correspond aux filières suivantes : aéronautique, automobile et mobilité,

LA MONTÉE EN COMPÉTENCES TECHNOLOGIQUES DES PME  
LE CAS DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES

énergies, industries extractives et première transformation, *manufacturing*, médicament, mode et luxe, sport et bien-être.

Cette approche « filières » vise à faciliter l'accès des PME. Ces actions sont soutenues par le programme investissement d'avenir « valorisation-instituts Carnot ». L'offre du réseau Carnot est diversifiée, allant d'actions du conseil et de l'expertise, des projets de R & D bilatéraux, des plateformes technologiques, des projets de R & D collaboratifs, aux laboratoires communs. Il y a aussi une grande souplesse dans la durée, de quelques semaines à quelques années et des coûts correspondants.

Les résultats de ces efforts sont éloquentes : le réseau Carnot attire à lui 50 % de la R & D externalisée par les entreprises vers des laboratoires publics.

Encadré N° 23

Le réseau Carnot, dont l'activité est en expansion, a un impact significatif sur la progression en compétences des PME, mais dans un contexte *recherche et innovation*. Conçu pour la seule finalité AVANTAGE, le dispositif n'est pas adapté à la finalité RATRAPAGE.

### 3.2 — La mobilisation des régions

**Les régions, confortées par la Loi, se mobilisent dans le soutien aux PME industrielles, en particulier pour leur numérisation. Il y a pourtant des limites assez préoccupantes aux effets de leur engagement**

La loi NOTRe du 7 août 2015 portant sur la « nouvelle organisation des territoires de la République », dans son volet concernant le développement économique et, auparavant, la loi du 5 mars 2014 relative à « la formation professionnelle, à l'emploi et à la démocratie sociale » ont considérablement accru les prérogatives et les responsabilités des régions. Elles sont devenues l'acteur central pour l'accompagnement des PME dans leur montée en compétitivité et en compétences. Elles ont voulu un leadership sur le terrain face l'État (en particulier la Direction générale des entreprises et ses repré-

sentations dans les régions<sup>113</sup>) et au détriment des Chambres consulaires. L'ayant obtenu, il est impératif qu'elles l'assument pleinement.

Les initiatives régionales sont nombreuses et prennent des voies diverses. Une certaine homogénéité est constatée quand les actions sont menées dans des programmes de Bpifrance et/ou dans le cadre défini par l'Alliance industrie du futur (AIF) avec le relais des CTI engagés, comme le CETIM. Elles ont alors en commun de soutenir dans un premier temps les diagnostics des PME<sup>114</sup> (1<sup>re</sup> phase obligatoire) puis des actions d'accompagnement qui ne s'avèrent possibles que pour une part d'entre elles. Elles ont aussi en commun des limites préoccupantes : la première est celle de donner une place prépondérante aux seules compétences technologiques ; la seconde est celle de n'atteindre qu'une partie réduite des PME éligibles à leurs initiatives.

**Partout la montée en compétences non-technologiques et le taux de couverture des PME<sup>115</sup> posent des questions encore mal résolues.**

Des régions s'engagent également en soutien d'initiatives prises par des branches professionnelles ou des filières industrielles. Nous reviendrons, à titre d'exemple, sur une action de la filière aéronautique et spatiale, portée par le GIFAS, soutenue régionalement.

Nous examinons ici les initiatives de la région Nouvelle Aquitaine, collectivité des plus avancées à cet égard.<sup>116</sup>

---

113 Les effectifs de la DGE ont été réduits et ceux des Direccte semblent, au moment où nous rédigeons ce rapport, appelés à diminuer. Se pose alors la question de la redéfinition des missions de l'une et des autres.

114 Souvent gratuits, ces diagnostics n'engagent pas l'entreprise et son dirigeant. Ou pas toujours...

115 Par convention ici, le *taux de couverture des PME* est le nombre de PME engagées dans un processus de transformation ou de modernisation ou de rattrapage, rapporté à l'ensemble des PME éligibles aux dispositifs mis en œuvre.

116 Dans le cadre de notre rapport, nous ne pouvons pas citer toutes les régions. Notre choix est fondé sur nos connaissances d'acteurs impliqués sur le terrain. Notre propos n'est

**La Région Nouvelle Aquitaine, par exemple, a engagé de longue date un programme *Usine du futur*.**

La mise en œuvre du programme Usine du futur a démarré très tôt en Aquitaine, dès février 2014 (voir l'encadré ci-dessous).

**Nouvelle Aquitaine : le plan *Usine du futur* (\*)**

« L'accompagnement que nous leur proposons est conçu dans la longue durée. Il comprend plusieurs volets.

Nous commençons par établir un diagnostic sur l'outil de production, l'organisation industrielle et la qualité de vie au travail. Ensuite, nous définissons avec l'entreprise un plan d'action individuel. Le plan comprend à la fois des mesures à prendre immédiatement et d'autres à lancer ultérieurement, une fois que l'entreprise aura engrangé les premiers gains de productivité.

La mise en œuvre de ce plan fait l'objet d'un accompagnement financier par la région, aussi bien pour l'investissement, l'aide au conseil, le soutien à la formation que pour l'aide à l'embauche. [...] Au-delà des subventions apportées par la région, les entreprises peuvent bénéficier d'autres financements, par exemple auprès de Bpifrance.

***Moderniser l'outil de production***

Si l'on se réfère aux quatre révolutions industrielles [...], sur l'échelle 4.0, la grande masse des PME d'Aquitaine se situe à 2,5 : elles sont très peu automatisées. Il apparaît donc nécessaire de moderniser l'outil de production.

Parmi les priorités technologiques qui émergent de l'étude, on peut citer la robotique, les contrôles non destructifs, la virtualisation, les outils numériques pour la production et la fabrication additive.

***Revoir l'organisation industrielle***

Par ailleurs, nous avons constaté que 90 % de ces entreprises fonctionnaient en flux poussés, ce qui conduit à l'accumulation de produits et de stocks internes aux différentes étapes de la chaîne. Aujourd'hui, on a tendance à privilégier les flux tirés, c'est-à-dire le fait que ce soit la commande du client qui déclenche la fabrication du produit. Nous avons calculé qu'à condition de réorganiser leurs flux, les deux tiers de ces entreprises pourraient économiser au moins 30 % de temps de cycle, ce qui leur permettrait de gagner 10 à 15 % de productivité, de réduire les stocks et les en-cours, d'améliorer la qualité, de diminuer le

---

pas de classer, il est d'illustrer.

nombre d'accidents de travail, et surtout de progresser en agilité et en réactivité par rapport aux attentes de leurs clients. »

(\*) L'usine du futur sur le terrain. Extraits du compte rendu de l'intervention de François PELLERIN, directeur du programme Usine du futur pour la Région Aquitaine, à l'École de Paris le 15 juin 2016.

Encadré N° 24

La région, à l'époque l'Aquitaine, a émis en 2014 un appel à manifestation d'intérêt (AMI) auprès des PME. 450 entreprises ont été retenues, presque toutes celles ayant répondu à l'AMI ; 50 % d'entre elles ont moins de 50 salariés et 80 % ont moins de 150 salariés.

« Ces 450 entreprises représentent 22 % des entreprises de 20 à 5 000 salariés de la région. La moitié d'entre elles ont entre 20 et 50 salariés. [...] La cible des 10 à 20 salariés est plus difficile à atteindre. Une fois entrées dans le programme, les entreprises sont accompagnées sur la durée. En effet le panorama des entreprises montre qu'elles sont très loin de 4.0. Nous estimons qu'il faudra au moins dix ans pour les accompagner. Les entreprises entrées en 2014 sont toujours dans le programme. Après le premier diagnostic et le premier soutien régional, elles entrent dans des parcours plus spécialisés, participent aux clubs/communautés/événements... C'est une différence d'approche avec de nombreuses régions qui comptabilisent dans les chiffres transmis à l'AIF les entreprises soutenues de façon ponctuelle. »<sup>117</sup>

Sur les 400 entreprises diagnostiquées, un certain nombre — nombre non publié — a bénéficié des actions de soutien à leurs projets de productivité selon trois volets : (i) l'outil de production, (ii) l'organisation industrielle et les conditions de travail, (iii) le management et l'environnement. 58 M€ (fonds de la région et FEDER) ont été engagés sur la période pour les actions collectives et individuelles.

---

117 Source : Région Nouvelle Aquitaine. Synthèse du programme *Usine du futur* au 15 mai 2018 et éléments additionnels fournis directement par François PELLERIN.

**Les programmes régionaux d'accompagnement, s'ils sont en général appropriés sur le volet technologique de la transformation, présentent des insuffisances sur le volet non-technologique (compétences générales). Ils doivent être renforcés sur ce volet. [R]**

Parmi les compétences générales, la Nouvelle Aquitaine a pris en compte des compétences de management. C'est positif, mais cela n'est pas systématique dans les différentes régions (hors des actions AIF/Cetim qui prennent au moins en compte le volet stratégie et organisation).

Il est prévu de porter en Nouvelle Aquitaine de 450 à 600 entreprises, d'ici 2020, le nombre d'entreprises éligibles à ce dispositif. Six ans après son lancement, 30 % de la cible sera alors atteinte, mais partiellement, car les transformations engagées dans les PME accompagnées ne seront pas à ce moment-là achevées.

**Un taux de couverture partielle de 30 %, après six ans d'un fort engagement régional, montre qu'il faut chercher des voies complémentaires, ou des modalités d'intervention différentes, avant qu'il ne soit trop tard.**

Par ailleurs, le conseil régional de Nouvelle Aquitaine, avec la chambre régionale de commerce et d'industrie et l'Agence de développement et d'innovation a lancé en février 2018, dans la continuité du programme *Usine du futur*, le programme *Croissance premium*. Il s'agit de faire bénéficier à 500 entreprises du secteur industriel, au sens large, de 15 à 250 salariés, d'un accompagnement qui leur permette de franchir plus rapidement les étapes qui les conduisent à la position d'ETI. Ce sont des PME performantes, qualifiées de « stratégiques » qui bénéficieront de ce programme. Un accent particulier est mis sur la filière aéronautique qui mobilise les têtes de filière (Airbus, Dassault Aviation, Safran, Thalès) implantées dans la région. « Il s'agit [...] de structurer la sous-traitance, de faire monter en gamme et « staffer » les PME, en partenariat avec les grands groupes : faire croître les PME, mieux

accompagner les entreprises, accélérer la robotisation et la numérisation. Former les personnels, aussi, tant l'humain est le cœur de la compétitivité ! », écrit le président de la région Nouvelle Aquitaine<sup>118</sup>.

Il convient de souligner ici que toutes les entreprises ont été (ou seront) retenues en Nouvelle Aquitaine — c'est vrai ailleurs — après un appel à manifestation d'intérêt (AMI). Ce sont donc des entreprises « en éveil » qui se manifestent. Toutes les PME ne le sont pas.

**Il convient de créer les conditions d'une propagation de type viral, dans le tissu des PME industrielles, des technologies et des pratiques de l'industrie du futur. [R]**

Il paraît difficile, par ces programmes pilotés depuis une métropole régionale, de toucher directement 100 % des PME industrielles d'une région. À cet égard, nous formulons une remarque et esquissons une piste d'action, liées entre elles.

La remarque est qu'il doit probablement exister un seuil à atteindre de PME à *faire basculer* dans un ensemble d'entreprises proches (par la géographie et/ou les métiers) dans une région pour que leur basculement des premières entraîne, de proche en proche, assez spontanément, celui d'un nombre important d'autres PME. Il doit exister un *modèle viral* vertueux à entretenir. L'expérience de la diffusion des innovations sur les marchés et un peu de bon sens nous font penser que le seuil à atteindre se situe entre un quart et un tiers des entreprises d'un ensemble homogène ; niveau auquel nous ne nous situons pas encore, globalement, car le taux de couverture de 30 % évoqué plus haut, comme nous l'avons dit, recouvre une réalité très hétérogène (par exemple, une entreprise en diagnostic initial y est comptabilisée, elle n'est pas en situation de propager le « virus 4.0 »...).

---

<sup>118</sup> Alain Rousset. *Pourquoi la France ne se réindustrialise-t-elle pas ?* Les Echos du 23 avril 2018.

Cependant — c'est la piste d'action que nous esquissons — le processus de diffusion peut être, dès à présent, organisé partout. Les vecteurs de cette « propagation » sont de plusieurs natures :

- la relation intrafiliale entre donneurs d'ordres et sous-traitants, nous l'avons évoquée,
- le contact direct, l'exposition de dirigeants d'entreprise entre eux.

La *propagation vertueuse* passe par la multiplication des occasions de contacts entre les patrons de PME en mouvement et les autres. D'où l'importance de la « vie sociale industrielle » dans un bassin d'emploi, dans un *cluster*, dans une association ou un groupement d'industriels (voir le paragraphe 3.5.3). Les occasions de transmission sont à organiser de façon systématique et rigoureuse, sans outrepasser une dose raisonnable d'exposition, ce qui pourrait devenir contre-productif.

### 3.3.— Les initiatives locales

**Au niveau local : les initiatives convergent de façon foisonnante et désordonnée dans les écosystèmes industriels, les bassins d'emploi. Pour cette raison leur efficacité d'ensemble est questionnée. Une mise en cohérence est nécessaire**

**E**n observant les écosystèmes gigognes où se situent les PME (national, régional, local), force est de constater la profusion de dispositifs tendant à les aider à se moderniser, à améliorer leur compétitivité, à entrer dans l'industrie du futur et le grand nombre d'institutions et d'organisations professionnelles leur proposant leur service (voir l'encadré ci-dessous).

#### Une fiction bien française...

*Il était une fois* une PME manufacturière installée dans le sud de la France, sous-traitante de 2e et 3e rangs des filières aéronautique et automobile, adhérente de longue date à la FIM et relevant de l'UIMM, qui avait rejoint le Comité Aéro-PME. Comme sous-traitante d'un

grand équipementier automobile elle était aussi répertoriée dans la plate-forme Automobile, c'est-à-dire la filière automobile et mobilités.

La FIM, par le truchement du Cetim, mit à sa disposition son « expertise technologique de pointe pour faciliter la dynamique industrie du futur ». Le Centre technique lui proposa une aide pour « monter en gamme et transformer (ses) compétences pour les adapter aux nouveaux modes de production ».

Le service développement industriel de l'UIMM locale, quant à lui, lui proposa un diagnostic Usine du Futur, c'est-à-dire « un accompagnement personnalisé qui l'aide à identifier concrètement des pistes d'amélioration de sa compétitivité. [...] Ce diagnostic (serait) mené en équipe avec le service RH de l'UIMM et (comprendrait) l'étude d'impact sur ses ressources humaines. »

Le dirigeant de la PME avait aussi été approché par la Filière Automobile et Mobilités qui lui proposait, dans le cadre de son programme « VALdriv PLM » (*Value driven Product Life cycle Management*), d'intégrer une plate-forme pour lui permettre de mutualiser et de tester de nouvelles technologies et de former ses salariés à de nouveaux outils PLM.

Il y a peu de temps, dans le cadre du Comité Aéro-PME, le dirigeant de l'entreprise s'était vu proposer de participer à la phase 2 du programme « Performance Industrielle » du Gifas en intégrant une grappe animée par une tête de filière.

Faisant récemment le point sur une garantie de prêt avec un chargé d'affaires de Bpifrance, ce dernier suggéra au patron de la PME de rejoindre la *FrenchFab*, sous la bannière de laquelle elle ne s'était pas encore rangée et lui demanda s'il connaissait l'opération d'intérêt régional **Industries du futur** pilotée par la Région. Il lui demanda aussi s'il avait évalué la maturité numérique de son entreprise avec le « Digitalomètre » mis au point par Bpifrance.

Rencontrant dernièrement un collaborateur de l'OPCA de la branche *Métallurgie*, dont relève son entreprise, il apprit que cet organisme lançait un autodiagnostic pour PME concernant le numérique et qu'il envisageait de proposer un accompagnement individualisé pour leur montée en compétences numériques, dans le cadre, lui dit-on, d'un EDEC numérique.

Enfin, il y a peu, un conseiller de la CCI régionale lui proposa de « faire le point sur la maturité numérique de (son) entreprise », de définir des « axes d'amélioration en fonction de son niveau de maturité », puis de l'orienter vers des « offreurs de solutions adaptées à (ses) besoins de transformation ».

Devant tant de sollicitations parallèles et concurrentes en apparence, le dirigeant d'entreprise voulut attirer l'attention sur son embarras. Fallait-il alors saisir le Conseil national de l'industrie ou France Industrie ou l'Alliance Industrie du Futur ou la *FrenchFab*, ou bien la FIM ou l'UIMM, le Gifas ou la PFA, ou bien le service Industrie de la DGE ou la Direccte de sa région ? Un peu désarmé face au nombre d'acteurs qui s'intéressaient à lui, il en vint dernièrement, dit-on, à écrire au Premier ministre.

*Toute ressemblance avec des situations rencontrées serait purement fortuite...*

**Cette « fiction bien française » ne doit pas être interprétée comme une critique des institutions qui s'impliquent sur le terrain et qui, face à une difficile question à traiter, font de leur mieux avec les moyens dont elles disposent. Cette « fiction » est là pour attirer l'attention sur l'encombrement et la complexité des écosystèmes gigognes où se trouve enserrée une PME industrielle et sur le caractère assez brouillon des politiques mises en œuvre.**

Il convient donc de mettre de l'ordre. La création de France Industrie, remplaçant deux structures préexistantes, allait dans le bon sens. Il faudrait poursuivre dans cette direction.

**Quelques retours de terrain, peu nombreux, montrent que l'on peut réduire ce type de dysfonctionnements, les effets mais pas les causes.**

Nous faisons référence ici à une initiative de la Région Centre Val de Loire qui a mis en place une coordination entre l'État, la CCI régionale et les collectivités locales « afin d'optimiser le contact des acteurs publics avec les entreprises du territoire ». Elle a créé un « réseau des développeurs économiques », réunissant une centaine de membres, agents de structures publiques et parapubliques et a mis en place deux outils opérationnels : (i) un outil extranet de prospection qui permet l'échange d'informations sur les plannings des visites, la répartition ou la mutualisation des visites ; (ii) une plate-forme destinée aux PME, qui permet de les orienter vers les interlocuteurs adéquats en fonction de la question posée.

Nous pouvons aussi citer ici le rôle de coordination sur le bassin d'emploi de la Vallée de l'Arve, que remplit le pôle de compétitivité Mont-Blanc Industries (voir le paragraphe 3.5.1).

**Une mise en cohérence et en ordre s'avère indispensable à tous les niveaux des écosystèmes.**

Dans l'ensemble des programmes d'action que nous avons examinés — ou dont nous avons eu des échos remontant du terrain — nous avons pu tirer quelques enseignements pratiques au plan méthodologique et organisationnel pour conduire la transformation de notre tissu industriel.

**Pour juger d'une politique, pour la piloter, il est indispensable de disposer de marqueurs industriels robustes, partagés et de tableaux de bord par niveau tout aussi rigoureux.**

Le premier enseignement de nos observations du terrain concerne les données à traiter et l'outil de mesure des effets concrets de cette politique. Il existe par exemple peu de données disponibles par bassin, partagées, exploitées, sur les offres et les demandes d'emploi, sur les compétences recherchées, les tensions existantes.

Les mesures des actions, publiées par les différents acteurs au niveau régional ou national, manquent de précision et d'homogénéité : une entreprise rencontrée deux ou trois fois, une entreprise bénéficiant d'un diagnostic liminaire et une entreprise engagée dans un *process* de transformation profonde, sont souvent comptabilisées, de façon indifférenciée, comme « entreprise accompagnée ».

Une politique doit intégrer les outils de mesure de ses effets, c'est rudimentaire. Cela aurait dû être fait dès 2014-2015, et même avant dans le cadre du plan *Usine du futur*.

Comme nous l'avons signalé plus haut, il a été récemment demandé à l'AIF, c'est une bonne nouvelle, « d'établir une méthodologie de suivi de la transformation du tissu industriel français ».

**Chaque entreprise est en interaction avec des composantes de trois écosystèmes, qui peuvent jouer un rôle dans son élévation en compétences, positive s'il y a synergie, négative dans le cas contraire.**

**Pour l'accompagnement des PME industrielles, une mise en cohérence et en ordre s'avère indispensable selon quelques principes simples. [R]**

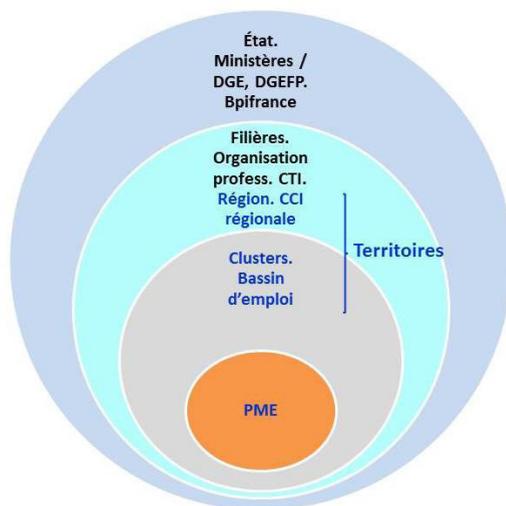


Schéma N° 2 : vision simplifiée des écosystèmes gigognes

Le deuxième enseignement de nos observations du terrain, méthodologique et organisationnel, part du constat que toute entreprise se situe dans des écosystèmes gigognes, créateurs d'externalités :

- macro-écosystèmes (État, ministères, agences, avec le relais de Bpifrance) ;
- méso-écosystèmes (filiales industrielles, organisations professionnelles et centres techniques industriels [CTI] et, sur les territoires : régions, CCI régionales, représentations régionales d'acteurs du macro-écosystème, pôles de compétitivité...) ;
- micro-écosystèmes (grappes d'entreprises, campus des métiers et des qualifications, représentations locales d'acteurs des macro et méso-écosystèmes, bassins d'emploi étendus).

Il ne nous revient pas de prescrire dans le détail le « qui doit s'occuper de quoi » ou le « qui doit fusionner avec qui ». Mais la réduction de cet encombrement passe par le respect de quelques principes relativement simples.

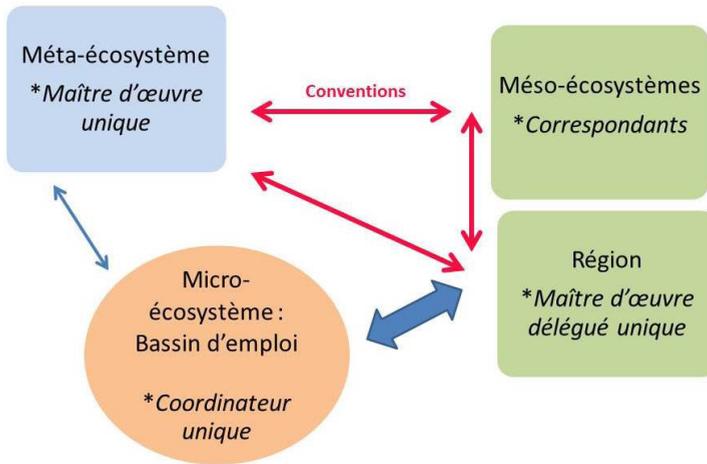


Schéma N° 3. Vers une clarification des rôles.

La mise en cohérence des initiatives et la mise en ordre des organisations passent, selon nous, par :

– au niveau du macro-écosystème,

- (i) la définition d'un cadre général, d'objectifs et de moyens globaux, le choix d'un maître d'œuvre (MOE) national unique pour coordonner la montée en compétitivité et en compétences des PME industrielles (une AIF consolidée serait adaptée à cette fonction) ;**
- (ii) en partenariat avec des acteurs des méso-écosystèmes, la mise en place d'une couverture appropriée du territoire national (sans oublier les régions d'outre-mer) en « vitrines » et plates-formes techniques aisément accessibles par les PME industrielles. [R]**

– au niveau des méso-écosystèmes,

- (i) la fixation d'objectifs et de moyens adéquats, intégrés dans le dispositif national ;**
- (ii) la tenue de bases de données de qualité à vision**

**prospective des compétences et des emplois, à décliner par filière et par territoire, jusqu'aux bassins d'emploi ;**  
**(iii) un regroupement d'opérateurs régionaux et une consolidation des moyens d'intervention des centres techniques industriels (CTI) sur les territoires ;**  
**(iv) une maîtrise d'œuvre déléguée (MOEd) unique donnée aux régions sur leur territoire. [R]**

– au niveau des micro-écosystèmes,

**(i) par bassin d'emploi étendu, la définition d'une politique locale, concertée et partagée, de prospection et d'accompagnement individuel des PME ;**  
**(ii) le choix, parmi les opérateurs présents sur un bassin<sup>119</sup>, d'un coordinateur local unique des actions d'accompagnement des PME industrielles<sup>120</sup> ;**  
**(iii) le choix approprié, au cas par cas, des « intervenants » auprès des dirigeants de PME. [R]**

Prenons l'exemple des chambres de commerce et d'industrie (CCI). L'application de nos principes suppose que CCI France passe une convention avec le MOE national qui précise le type d'actions conduites par les Chambres, leur articulation avec les programmes lancés, des objectifs. Ensuite, pour que l'action de chaque CCI régionale s'insère harmonieusement dans un dispositif territorial, la convention qui la lie d'ores et déjà au Conseil régional, maître d'œuvre délégué sur son territoire, faisant alors référence à la convention nationale, intègre explicitement le volet de la transformation du tissu industriel,

---

119 Il ne nous paraît pas utile de créer au niveau des bassins d'emploi de nouvelles structures de coordination.

120 Ces coordinateurs sont en relation directe avec la Région pour action et avec le maître d'œuvre national pour information.

avec des objectifs précis. Enfin, dans chaque bassin d'emploi, la CCI locale ou l'antenne de la CCI régionale doit entrer dans un jeu collectif et admettre l'existence d'une coordination locale<sup>121</sup>.

En attendant que l'encombrement évoqué ne soit réduit selon les principes proposés, ce qui peut prendre du temps, des actions palliatives de coordination a minima, par exemple sur le modèle de la Région Centre-Val de Loire évoqué plus haut, peuvent être engagées dès à présent.

### 3.4 — L'effet *cluster*

**Cet effet des pôles de compétitivité, grappes d'entreprises, groupements est à rechercher systématiquement. (R)**

**N**ous plaçons les *clusters* hors des dispositifs traités ci-dessus pour deux raisons : (i) ils sont fondés sur une adhésion spontanée des entreprises, les PME choisissent d'être membres d'un pôle de compétitivité ou d'une grappe<sup>122</sup> et (ii) ils peuvent être une réponse à l'encombrement évoqué, en jouant un rôle de coordinateur régional ou local unique pour les entreprises adhérentes<sup>123</sup>. Ils sont alors du côté des solutions.

Comme nous l'avons vu dans le rapport de l'Académie sur l'industrie du futur<sup>124</sup>, l'intérêt des clusters, pour ce qui nous concerne ici, se trouve dans la dynamique de développement économique territorial qu'ils peuvent créer et dans la mutualisation de moyens pour une progression en compétences (formation, attraction de talents, accompagnement de PME ...) qu'ils peuvent réaliser.

---

121 Dans certains cas, elle peut assurer, avec accord de la Région, cette animation locale.

122 Les entreprises choisissent aussi d'adhérer à une fédération professionnelle, par exemple. Mais leurs motivations sont alors beaucoup plus larges et diverses que la montée en compétitivité et en compétences.

123 Ainsi que pour les entreprises « associées », nous y reviendrons.

124 Pages 118 et suivantes.

### 3.4.1 — Rôle des pôles de compétitivité

**Les pôles de compétitivité peuvent jouer un rôle de fédération et d'entraînement des PME industrielles.**

**D**ans sa définition officielle actuelle, « Un pôle de compétitivité est un acteur de l'écosystème d'innovation regroupant autour d'un domaine technologique et scientifique donné, des entreprises, de la PME au grand groupe, des organismes de recherche et de formation, engagés dans une démarche partenariale destinée à dégager des synergies autour de projets communs au caractère innovant. S'appuyant sur une relation de proximité, il est fortement implanté dans un ou plusieurs territoires. »<sup>125</sup>

**Les pôles agrègent des PME industrielles « en mouvement ».**

Les pôles de compétitivité actuellement labellisés rassemblent bon nombre de PME (60 % de leurs adhérents). Mais leur engagement est un signe de maturité stratégique, technologique et d'ouverture à d'autres entreprises, complémentaires et parfois compétitrices, ainsi qu'au monde académique. Pour autant, cela ne garantit en rien leur montée en compétences non-technologiques, mais un pas en avant a été fait qui entraîne collectivement ou individuellement d'autres. Cela ne leur assure pas non plus un traitement amélioré, comme l'a montré un document de travail de France Stratégie<sup>126</sup>.

Les PME adhérentes aux pôles sont des entreprises « en mouvement ». Que peuvent faire des pôles au service de PME moins dynamiques ?

---

125 Cahier des charges de l'appel à candidatures pour la labellisation des pôles de compétitivité, phase IV (2019-2022), publié en juillet 2018. Site : <https://www.entreprises.gouv.fr/politique-et-enjeux/phase-iv-poles-competitivite-ouverture-appel-candidatures>

126 Cité dans le rapport de l'Académie sur l'industrie du futur. Page 118.

**Les pôles sont naturellement orientés vers la finalité AVANTAGE, moins vers la finalité RATTRAPAGE. Pourtant certains s'y sont employés.**

Il convient de rappeler ici, nous l'avons déjà souligné (voir le paragraphe 1.2.1), qu'il ne va pas de soi pour une organisation conçue au départ avec une finalité marquée par l'innovation, si possible de rupture, de développer des actions ayant pour but une mise à niveau.

Nous trouvons cependant intéressante l'initiative du pôle de compétitivité ViaMéca, qui anime des grappes de PME, dont toutes les entreprises ne sont pas adhérentes au pôle et dont certaines peuvent nécessiter une mise à niveau. Nous y revenons plus loin en traitant des grappes d'entreprises.

**Les pôles (hors R & D) mènent des actions collectives d'accompagnement des PME sur diverses thématiques, technologiques et non-technologiques. Certains initient et coordonnent des actions d'accompagnement individuel, parfois avec la finalité rattrapage.**

Les pôles conduisent de nombreuses actions collectives d'accompagnement des PME : information, sensibilisation, ateliers de partages d'expériences, etc. ainsi que des mises à disposition de plates-formes techniques. Depuis la phase III de la politique des pôles, des actions portent sur la question des compétences, de formation continue des actifs... D'abord technologiques, les thématiques abordées se sont enrichies de thématiques non-technologiques en faisant appel à des experts extérieurs venus d'écoles de management, de CCI, de cabinets de conseil. Mais cette ouverture est plus ou moins large en fonction des moyens dont dispose chacun des pôles pour la pratiquer.

Il existe néanmoins des cas où les contextes et les stratégies des acteurs locaux ont conduit des pôles à devenir des fédérateurs de différents opérateurs sur un territoire (CCI, CTI, syndicat professionnel, institution financière...). Dans le cas où un pôle de compétitivité joue un rôle de coordination des acteurs intervenant en soutien de PME industrielles dans un écosystème

territorial, alors il peut, par répartition et articulation des tâches qu'il aura déléguées, suivre et accompagner individuellement des entreprises, même celles qui doivent être mises à niveau. Les pôles de compétitivité Mont-Blanc Industries et EMC2 en démontrent la faisabilité.

**Les pôles de compétitivité, considérés comme des « vecteurs de la compétitivité » sur les territoires, pourraient jouer beaucoup plus qu'aujourd'hui le rôle de tête de réseaux de clusters et participer à une structuration des paysages territoriaux industriels et des écosystèmes de l'innovation. [R]**

**Sur le territoire national, il nous paraît utile que les pôles de compétitivité soient beaucoup mieux articulés qu'ils ne le sont aujourd'hui avec les grappes d'entreprises et avec les campus des métiers et des qualifications. [R]**

Cela participe à la création de « systèmes thématiques » nationaux qui ne se construisent pas tous au travers des filières industrielles officiellement définies. Par exemple le thème de la fabrication additive ne concerne pas que la filière automobile ou la filière aéronautique et spatiale. Il est traité dans des pôles de compétitivité, des grappes industrielles et dans des campus des métiers, mais aussi, par exemple, dans des écoles d'ingénieurs et des IUT, hors de toute mutualisation et synergie.

**Les pôles sont tenus de respecter les frontières territoriales des régions qui les soutiennent. Cette limite serait à dépasser dans la nouvelle phase qui s'ouvre. [R]**

Une limite à l'agrégation de PME à un pôle de compétitivité est l'impossibilité qu'il a d'apporter un appui, dans le cadre d'un programme régional, à

une entreprise qui ne serait pas implantée sur le territoire de la région qui le soutient. Mais dans le cadre d'une politique nationale, profitant de l'entrée dans la phase IV, cette règle restrictive pourrait être assouplie. Ce point est important car ce pourrait être un moyen de fédérer des PME concernées, isolées sur leur territoire régional et qui pourraient être des « associées » aux pôles, bénéficiant ainsi, à des conditions à préciser, d'externalités positives.

**Les pôles entrent dans la phase IV de leur développement. En quoi cela peut être bénéfique aux PME dans leur montée en compétences ?**

Depuis 2005, les pôles de compétitivité s'inscrivent, avec une certaine constance dans l'effort, comme un axe important de politique industrielle et d'innovation de l'État et des régions.

Le Premier ministre a récemment reconnu la valeur ajoutée des pôles<sup>127</sup>. Il a aussi souligné leurs limites. Il a été rappelé qu'ils contribuaient à « la structuration d'une collaboration PME, grands groupes, organismes de recherche au sein d'écosystèmes d'innovation ». La volonté a été affirmée de leur donner « une ambition européenne » et « d'améliorer la lisibilité du label pôle de compétitivité en sélectionnant les pôles sur la base d'objectifs mieux définis et de critères plus exigeants et en renforçant leur cohérence avec les autres écosystèmes innovants [...] ou avec les comités stratégiques de filières du Conseil national de l'industrie ».

Cette intention politique se retrouve dans le cahier des charges de la nouvelle labellisation des pôles envisagée dans le cadre de la phase IV. L'encadré ci-après en donne un extrait concernant les écosystèmes d'innovation.

---

127 Lors d'une visite à Metz le 21 juin 2018. Les citations sont extraites du dossier de presse *Notre ambition pour l'investissement et l'innovation*, distribué à cette occasion.

### Pôles de compétitivité — Phase IV

*Être moteur d'écosystèmes d'innovation de pointe,  
atteignant une certaine masse critique (\*)*

*Conditions à remplir pour une labellisation :*

2.1 Justifier d'une implication forte des entreprises et établissements de recherche et formation sur les thématiques du pôle, et d'une capacité à faire le lien entre recherches publique et privée. [...]

2.2 Justifier de la capacité du candidat à structurer et à faire croître son écosystème d'innovation.

Ce point sera notamment évalué au regard des éléments suivants :

- [...]
- La capacité à créer des partenariats entre PME, grandes entreprises, établissements de recherche ;
- Les actions menées pour animer l'écosystème et les moyens techniques et humains mis en œuvre à cet effet.

2.3 Justifier d'un ancrage territorial fort dans une ou plusieurs régions et de la valeur ajoutée du candidat au regard de l'économie régionale. Seront notamment pris en compte :

- [...]
- La contribution du candidat au développement économique du territoire, au regard de la situation économique de ses territoires d'implantation.

2.4 Présenter ses relations avec les principaux acteurs institutionnels de l'écosystème et présenter un projet de développement visant à renforcer la cohérence, notamment par la mutualisation de moyens ou des actions en synergie, en infrarégional ou en suprarégional, et la fluidité de l'écosystème.

- [...]
- L'articulation du candidat avec les politiques publiques portées par l'État et sa participation aux structures nationales du secteur. Seront pris en compte :
- L'intégration des enjeux de transition numérique et de transition écologique ;
- Le développement de synergies du candidat avec des acteurs pertinents du développement des compétences et de la formation (1), de niveau national, ou territorial : comme les campus des métiers et des qualifications (CMQ), favorisant le développement des filières d'avenir ;
- L'existence d'une démarche fédératrice volontariste du candidat, traduite notamment à travers les coopérations mises en place.

2.5 Participer aux travaux, des Comités stratégiques de filière, de l'Alliance pour l'industrie du futur (AIF) ou d'autres structures nationales, lorsque c'est pertinent, et présenter la cohérence de l'action du candidat avec la feuille de route ou le projet de ces structures.

(1) Les pôles pourront faire valoir des actions de recensement et analyse qualifiée des besoins de compétences,

en lien au niveau territorial, avec les IRT, les Universités et CMQ, et acteurs du [service public de l'emploi, de la formation, de l'orientation] et des acteurs nationaux (syndicats professionnels, OPCA, comité stratégique de filière dans leur GT « compétences »), et solliciter des financements spécifiques (Grand plan d'investissement / Plan d'investissement compétences / Programme des investissements d'avenir) sur des actions sur ces champs pour lesquelles leur contribution spécifique est pertinente et non couverte par d'autres acteurs publics.

(\*) Extraits du Cahier des charges de l'appel à candidatures pour la labellisation des pôles de compétitivité, phase IV (2019-2022), publié en juillet 2018.

#### Encadré N° 26

Il ressort de ce cahier des charges, eu égard à la problématique qui est ici la nôtre, plusieurs points importants :

- la finalité AVANTAGE des pôles est réaffirmée puisque l'innovation et la relation entreprises-établissements de recherche sous-tendent largement le projet gouvernemental ;
- des ouvertures sont cependant faites vers des actions [intégration des enjeux de la transition numérique, besoins en compétences...], vers des partenaires [service public de l'emploi, de la formation, de l'orientation et les OPCA<sup>128</sup>], vers des sources de financement, inusitées pour des pôles, comme le Plan d'investissement compétences (PIC), qui permettraient aux pôles d'élargir leur finalité ;
- une implication plus forte sur les territoires est demandée, en infrarégional ;
- des articulations et des mises en réseau sont souhaitées qui ne l'étaient pas, ou pas si nettement naguère, par exemple :
  - articulation avec des politiques nationales, et participation à des instances nationales (Alliance industrie du futur, Comités stratégiques de filières...),
  - mise en réseau, au-delà des établissements d'enseignement supérieur intégrés aux pôles, avec des Campus des métiers et des qualifications.

Nous jugeons positivement l'orientation donnée qui fait écho à des préconisations de l'Académie dans son rapport sur l'industrie du futur.

---

128 Il faudra associer les OPCO, qui prennent la place des OPCA.

Nous pouvons cependant regretter l'absence de référence aux grappes d'entreprises avec les lesquelles des pôles pourraient se mettre en réseau ou l'absence d'incitation explicite à animer des grappes thématiques, ou des grappes métiers, à créer ou redynamiser sur les territoires (débordant les frontières des régions supports) ; grappes intégrant des PME à mettre à niveau<sup>129</sup>.

Une question reste pendante : « au regard de la baisse des financements de fonctionnement (consentis) par l'État »<sup>130</sup>, est-ce que les pôles pourront trouver auprès des régions et de la sphère privée — qu'il est explicitement recommandé de solliciter<sup>131</sup> — les moyens de fonctionnement pour tenir les divers objectifs prévus dans l'appel à candidatures ? D'autant plus qu'ils ne peuvent pas, en l'état de la réglementation, bénéficier du mécénat de compétences.

Dans le cadre légitimement ambitieux de la phase IV des pôles, largement orientée vers la finalité AVANTAGE, nous nous interrogeons sur leur capacité — et leur intérêt — à porter la finalité RATTRAPAGE, que certains avaient pourtant intégré à leur stratégie ; cela serait bienvenu dans la situation actuelle du tissu industriel.

**Pour être les « vecteurs de la compétitivité » sur les territoires, les pôles, dans leur phase IV, ne devraient pas être coupés, par la force des contraintes imposées, des PME en RATTRAPAGE. [R]**

---

129 Il pourra nous être répondu qu'au titre de telle ou telle disposition du cahier des charges cela est envisageable. Nous pensons qu'il eût été préférable que cela soit explicitement écrit dans ce cahier.

130 C'est ainsi reconnu dans le cahier des charges.

131 Seront prise en compte « des ressources privées permettant d'assurer la soutenabilité (du) budget » du pôle.

### 3.4.2 — La relance des grappes d'entreprises

**Les grappes d'entreprises, qui furent un temps soutenues par l'État, sont à relancer et à accompagner, notamment par les régions**

Avant les pôles de compétitivité, il y eut naguère les grappes d'entreprises (on a parlé jadis de systèmes productifs locaux) que soutenait la Datar, devenue depuis Commissariat général à l'égalité des territoires (CGET). D'autres initiatives plus récentes comme les pôles d'innovation pour l'artisanat, les pôles d'excellence rurale, les pôles territoriaux de coopération économique, dès lors qu'ils agrègent des PME manufacturières concernées notamment par la numérisation de leurs procédés, sont à ranger dans les actions des pouvoirs publics au profit des clusters. Aujourd'hui le CGET n'est pas — ou de façon marginale — sur le terrain des grappes industrielles. Pourtant, ces dernières présentent des atouts qu'il convient de faire fructifier (voir l'encadré ci-dessous). Les régions en soutiennent certaines, mais avec des niveaux divers d'implication<sup>132</sup>.

#### **Les grappes d'entreprises couvrent bien les secteurs de basse / moyenne intensité technologique (\*)**

« Les grappes d'entreprises sont des réseaux d'acteurs économiques, fortement ancrés territorialement, composés, selon les contextes, principalement de TPE/PME (mais aussi) de grandes entreprises et d'acteurs de la formation, de la recherche et de l'innovation.

Elles sont un levier de structuration des écosystèmes territoriaux économiques à l'instar des autres types de « clusters ». Elles apportent des services concrets aux entreprises, en particulier pour les aider à asseoir leur stratégie sur leurs marchés et à améliorer leur compétitivité. Elles favorisent les coopérations avec les autres acteurs publics et privés, notamment de la formation, de la gestion de l'emploi et des compétences et de l'innovation.

Il existe parmi les membres des grappes, de doubles appartenances (par exemple

132 France Clusters identifie environ 400 *clusters*. Si l'on retire les pôles de compétitivité, c'est plus de 300 autres *clusters* qui émaillent le territoire national. Les grappes industrielles en représentent environ la moitié.

grappes et pôles de compétitivité)

Les grappes d'entreprises couvrent bien les secteurs de basse et moyenne intensité technologique. [...] La politique des grappes d'entreprises a contribué à promouvoir le développement des entreprises en dehors de l'agglomération capitale régionale. [...] Les grappes sont proportionnellement plus à la source d'innovations de produits et d'innovations organisationnelles que les pôles de compétitivité. Les grappes de « la mécanique et la métallurgie » sont majoritairement (fédérées par) des innovations de produits. »

France Clusters a identifié de l'ordre de 300 grappes d'entreprises, dont une part significative de grappes industrielles.

[\*] Source : France Clusters. <http://www.franceclusters.fr/wp-content/uploads/2017/04/memento2-WEB.pdf>

Encadré N° 27

**Les régions sont désormais en première ligne pour prendre en compte le potentiel des grappes et conforter les influences positives de leur « vie sociale » sur la montée en compétitivité et en compétences des PME membres. La mise en système, ou en réseau, des grappes avec des pôles de compétitivité est à développer. [R]**

Cette mise en système peut être interrégionale (dans deux régions voisines par exemple), voire nationale pour des systèmes répartis sur plusieurs régions. Le CGET devrait s'emparer de cette question, avec les ministères concernés.

Il nous paraît utile ici de signaler l'initiative du pôle de compétitivité Via-Méca<sup>133</sup>. L'influence de ce pôle ne se limite pas aux entreprises formellement adhérentes. Il a constitué en Auvergne-Rhône-Alpes (région qui le soutient) un réseau de grappes territoriales, constituées de PME dont beaucoup ne sont pas adhérentes. Ainsi, il anime et fédère une communauté de « grappes mécaniciennes » ; ce sont elles qui sont adhérentes au pôle : MécaBourg

---

133 Témoignage de Franck Simon, du pôle de compétitivité ViaMéca.

dans l'Ain, MécaLoire dans la Loire, Mécanic Vallée dans l'Aveyron, Vilesta en Drôme-Ardèche mais aussi JCE Plasturgie principalement sur le Puy-de-Dôme et la Haute-Loire ou Designers +, une association de designers de la région. Ce qui permet de fédérer plus de 500 entreprises, de susciter des échanges et créer des synergies. Cela permet surtout de limiter le nombre de PME qui pourraient rester sur le bord du chemin qui conduit à l'industrie du futur. Les grappes mécaniciennes de Viaméca fondent un modèle de « communautés thématiques » sur les territoires.

**Les grappes sont, à leur échelle, des communautés apprenantes. Elles doivent être considérées comme telles par les parties prenantes aux politiques de compétitivité. [R]**

Cependant Viaméca n'a pu se soustraire à la contrainte, imposée aux pôles, de ne pas sortir des frontières régionales dès lors que sont engagés des fonds régionaux : les PME accompagnées sont implantées sur le territoire de la Région Auvergne Rhône Alpes.

D'autres initiatives de grappes ont été prises qui méritent intérêt et duplication. Ainsi en est-il du Pôle lorrain de l'ameublement et du bois (PLab) qui est une initiative d'industriels régionaux soutenus par la Fédération de l'ameublement (UNIFA). Cette grappe a suscité la création d'une société d'activités commerciales communes, Alliance Manufactures de France, qui a entraîné une montée collective en compétences en marketing et vente. Cela a permis l'accompagnement en marketing et souvent en stratégie de PME, leur valorisation en réseau, le développement créatif de nouveaux produits. Cette approche a séduit de grands donneurs d'ordres qui trouvaient là une réponse organisée et cohérente à des besoins diversifiés<sup>134</sup>.

---

134 Témoignages de Dominique Weber(Unifa) et de Didier Hidelbrand (PLab).

### 3.4.3 — Encourager toutes les initiatives

**Toutes les formes d'association de proximité, tous les groupements, tous les types d'initiatives développant la « vie sociale industrielle » sur un territoire, réduisant l'isolement des entrepreneurs, sont à encourager.**

**S**ans atteindre les niveaux de concentration de PME et de moyens à mobiliser qui concourent à la constitution d'une grappe formelle d'entreprises, voire de pôles de compétitivité, il existe sur le terrain de multiples formes d'associations ou de communautés d'entreprises, regroupées autour d'une technologie ou d'une problématique partagée ou, tout simplement voisines sur un territoire. Le terrain le plus approprié pour une intervention de sensibilisation (ultérieurement de formation et/ou d'accompagnement) de PME est le bassin d'emploi.

**Le bassin d'emploi est la plate-forme virale par excellence pour la diffusion de pratiques et de technologies de l'industrie du futur.**

C'est à cet échelon territorial que les chances de progresser dans le tissu économique et d'entraîner le plus grand nombre d'entreprises, avec les acteurs de l'écosystème, sont les plus grandes. La continuité numérique d'un territoire peut faciliter ces agrégations.

**Il est important que les entreprises isolées soient systématiquement rattachées à un bassin d'emploi (nous parlons alors de bassin d'emploi étendu) et agrégées à ces diverses initiatives, avec le souci constant de l'entraînement du plus grand nombre possible. [R]**

Nous notons que ces associations, communautés, groupements, peuvent être initiées par des unions patronales, par des chambres de commerce et d'industrie, d'autre part des pôles de compétitivité. Ainsi, le pôle de compéti-

tivité ViaMéca a initié et anime la communauté *Rhône Alpes Auvergne Fabrication Additive Métallique* (Rafam) qui implique tous les acteurs régionaux de la chaîne de valeur de la fabrication additive métallique. Les laboratoires et centres techniques présents dans Rafam accompagnent les entreprises qui souhaitent découvrir et appréhender ces nouveaux procédés de fabrication. La communauté permet d'anticiper les questions de compétences associées et propose des actions de formation initiale (pour techniciens, pour ingénieurs) et de formation continue. Elle propose aussi des formations alternées pour les enseignants de BTS intéressés par les applications (cours et visites d'entreprises, sur deux journées, dans les secteurs comme aéronautique, automobile, secteur médical...).

Une des missions de ces associations est de multiplier les actions de sensibilisation (éventuellement de formation) impliquant, pour les mener, des dirigeants ou des cadres en situation d'activité industrielle effective ou récente. *Des industriels parlent à des industriels*. Nous pouvons citer ici le cas des ateliers organisés par l'Union des industries et métiers de la métallurgie en Isère (Udimec)<sup>135</sup>. Tous les deux mois, des interventions de collaborateurs d'entreprise en pointe, comme ARaymond, particulièrement active, accompagnés de spécialistes de briques technologiques, sont organisées. « Un certain nombre d'entreprises sont prêtes à donner du temps de leurs collaborateurs pour des actions de sensibilisation aux technologies. »<sup>136</sup>

**Mettre en visibilité les actions engagées par des entreprises pour se transformer permet d'accélérer la diffusion des technologies et des pratiques par la démonstration.**

135 Union d'entrepreneurs, l'Udimec fédère [plus de 600 entreprises technologiques et industrielles de l'Isère et des Hautes-Alpes](#), soit 50 000 salariés, dans les domaines aussi divers que le nucléaire, l'aéronautique, le ferroviaire, la construction mécanique, les équipements électriques & électroniques et les entreprises de services à l'industrie.

136 Témoignage de Thierry Uring, délégué général d'Udimec Isère.

L'existence d'entreprises innovantes sur un territoire, d'entreprises « tête de pont », permet, en effet, en s'appuyant sur le « modèle des pairs », de faire prendre conscience à des dirigeants de PME des mutations en cours, des enjeux en termes de compétitivité et/ou d'enclencher des processus de transformation. Il est important pour les responsables territoriaux (conseils régionaux, Direccte, CCI, centres techniques...) de les identifier et de les mettre en avant. C'est typiquement le rôle des « vitrines » labellisées par l'Alliance industrie du futur (AIF).

La labellisation de « vitrines de l'industrie du futur » est une très bonne initiative<sup>137</sup>. Le programme doit se poursuivre afin que le territoire national soit correctement couvert. Il faudra veiller à ce que les « vitrines » existantes soient partout animées par des actions de sensibilisation (conférences, témoignages, démonstrations) et des formations ; les acteurs de la formation professionnelle doivent être ici sollicités pour participer à l'animation de ces espaces de « vie sociale industrielle », nous y reviendrons.

**D'autres actions sont à imaginer pour atteindre les PME restant en dehors du mouvement. La mobilisation des jeunes générations pourrait être recherchée. [R]**

D'autres initiatives peuvent être suggérées. Prenons un exemple. En transposant aux grappes et aux bassins d'emploi des pratiques observées dans des GE, nous pouvons imaginer que les jeunes générations jouent un rôle dans la progression des PME. Ainsi, la création de réseaux de jeunes actifs

---

137 L'Alliance Industrie du futur, qui a lancé le concept de « vitrines de l'industrie du futur », doit veiller à cette couverture géographique et à la représentativité des entreprises labellisées. A côté de GE, d'ETI et de PME filiales de GE, il faudrait beaucoup plus de PME indépendantes ou patrimoniales pour faire exemple. Au moment de la rédaction de ce rapport, trois ou quatre vitrines sur 45 labellisées, sont celles de PME de ce type. De plus de vastes territoires sont dépourvus de vitrine. Enfin, une fois le label attribué, et la « vitrine » inaugurée, il y a en général peu d'animations, de « vie sociale » sur place.

sur les territoires pourrait-elle être suscitée. Le fonctionnement en réseaux spontanés est, en effet, une caractéristique des jeunes générations<sup>138</sup>.

Dans certaines GE (en France : Accor Hôtels, Engie, HP Entreprise, Thales...) se mettent place des réseaux de jeunes embauchés. Ils se nomment, par exemple, *Young Employees Networks*. Ces jeunes collaborateurs apportent leurs visions du monde et des affaires, leurs expériences des TIC, ils pratiquent le mentorat inversé à différents niveaux hiérarchiques. Le concept pourrait être appliqué aux territoires, aux bassins d'emploi et aux grappes où seraient créés des *réseaux locaux de jeunes professionnels*. Au sein de ces réseaux, ils promouvraient leur vision de leur territoire, ils échangeraient sur leurs pratiques, ils proposeraient des solutions pour leur bassin d'emploi et, point clé, ils proposeraient à des dirigeants de PME un mentorat inversé pour les technologies numériques. Deux précautions au moins sont à prendre : (i) la constitution de tels réseaux ne peut pas s'imposer de l'extérieur, ils ne peuvent être que le résultat d'initiatives qui viennent du terrain, qui émanent des jeunes actifs eux-mêmes (elles peuvent être néanmoins suggérées) ; (ii) des règles de confidentialité sur les stratégies des entreprises ayant recours aux membres d'un réseau seraient à respecter. Les associations d'anciens, d'écoles ou d'universités, trouveraient à travers ces initiatives une utilité nouvelle.

Une autre forme associative est celle des groupements d'employeurs. Sur un bassin d'emploi étendu, la création d'un groupement d'employeurs peut être une réponse appropriée pour partager entre PME une ressource rare ou une compétence clé, par exemple un spécialiste de RH ou un manager de la transition numérique, pour partager des collaborateurs temporaires, dans certains cas en relation avec des sociétés d'intérim : emploi partagé de CDI intérimaires, missions partagées confiées à des autoentrepreneurs... Constitués pour mettre en commun des ressources existantes, les groupe-

---

138 Nous avons noté l'engagement du Centre des jeunes dirigeants dans l'opération *Welcome* en Bretagne et Normandie (voir le paragraphe 3.1.2).

ments peuvent aussi développer des actions mutualisées de sélection, de préqualification, de formation de nouveaux collaborateurs, jeunes ou actifs. Cette voie est insuffisamment exploitée sur les territoires de l'industrie. Des avancées de la loi Travail<sup>139</sup>, concernant ces groupements, pour faciliter leur gestion, pour leur ouvrir de nouvelles opportunités de développement, n'ont pas encore été véritablement intégrées aux politiques locales.

### 3.5 — Évolution du système de formation professionnelle

**Le système de la formation professionnelle doit se mettre, plus qu'aujourd'hui, au service des PME industrielles et les accompagner dans leur montée en compétences**

**N**ous ne reprendrons pas ici l'ensemble des observations et préconisations que nous avons formulées dans notre rapport sur le « système social » de l'industrie 4.0<sup>140</sup>. Nous reviendrons ponctuellement sur certaines avec le focus des PME industrielles.

#### 3.5.1 — L'adaptation continue du système de la formation

**L**a montée en compétences des PME dépend de la capacité du système de la formation professionnelle, initiale et continue, à s'adapter à son environnement économique et technologique, en général, et à répondre aux besoins, à tous niveaux et spécialités, des PME industrielles, en particulier.

**L'anticipation étant de plus en plus difficile à réaliser par les entreprises ou leurs associations ou groupements<sup>141</sup>, la solution passe par la réactivité et l'agilité du système de la formation professionnelle et sa capacité à monter,**

139 Loi du 8 août 2016, dite aussi loi El Khomri.

140 Voir le rapport de l'Académie sur l'industrie du futur. Pages 85 et suivantes.

141 Il ne doit pas y avoir pour autant de renoncement aux programmes de GPEC ou de VPPEC dont nous soulignons, par ailleurs, les apports.

**dans de brefs délais, des formations courtes répondant aux besoins des entreprises, ou bien conduisant à l'emploi ou permettant de s'y maintenir.**

L'offre des formations courtes qualifiantes doit considérablement s'étoffer, portée par les secteurs public, consulaire et/ou privé (dont celles des branches professionnelles). Elles doivent permettre :

- de développer des compétences circonscrites et les certifier par des CQP<sup>142</sup> ;
- d'apporter des compétences spécialisées, opératoires, à la suite d'une formation plus généraliste ou d'une expérience adéquate (VAE) ;
- de valider un (des) bloc (s) de compétences, partie intégrante d'une certification.

Cette offre de formations courtes doit être agile, flexible. Elle doit pouvoir se structurer, se déployer, se modifier rapidement. La formule des « formations complémentaires d'initiative locale », proposée par des établissements du ministère de l'Éducation nationale, est une réponse adaptée.

Ces formations peuvent être éphémères, elles peuvent être itinérantes en fonction des besoins révélés sur les territoires, quand ceux-ci n'offrent pas un volume suffisant d'actifs ou de jeunes à former justifiant une offre permanente. Des formules mixtes « présentiel + en ligne » sont à imaginer. Parmi les formations en ligne se trouvent les MOOCs et les tutoriels (nous en parlons plus loin).

**Pour ce qui concerne les formations proposées par l'Éducation nationale au service de l'industrie et notamment des PME, la responsabilité des recteurs est engagée. Il serait judicieux qu'ils soient (aussi) évalués sur leur mobilisation au service de la transformation du tissu économique, en particulier industriel [R].**

---

142 Certificats de qualification professionnelle.

Les recteurs devraient faire en sorte que soient créés, dans les bassins d'emploi, des Comités locaux École Entreprise (CLÉE) spécialement dédiés à la mutation industrielle — ce qu'ils ne sont pas aujourd'hui tenus de faire. La création de régions académiques qui correspondent aux régions administratives, la suppression des rectorats infrarégionaux, permettent désormais aux recteurs de penser une offre globale en cohérence avec les caractéristiques du tissu industriel régional et ses besoins.

**Quelle que soit leur culture ou leur appétence disciplinaire, les recteurs doivent être des ambassadeurs de l'industrie du futur dans les académies et les universités. Ils doivent être préparés à cela [R]**

### 3.5.2 — *Les établissements de formation professionnelle, vecteurs essentiels de la transformation du tissu industriel*

Ils ont une responsabilité particulière dans la montée en compétences des PME industrielles. Encore faut-il qu'ils en aient tous conscience et qu'ils en fassent un axe stratégique de leurs politiques. Les établissements que nous évoquons ici sont des établissements d'enseignement technologique (de bac à bac + 5), mais aussi d'enseignement non-technologique (gestion, management, design).

**Souvent pour les jeunes, les premières « vitrines de l'industrie » sont les lycées technologiques et professionnels, les CFA... La mobilisation des parties prenantes, publiques et privées, est nécessaire pour donner le plus d'attrait possible au cadre de travail dans ces antichambres de l'industrie [R].**

Les établissements d'enseignement technologique et professionnel, à tous niveaux, ont une responsabilité singulière dans l'attractivité des métiers industriels. Ils sont souvent le premier point de contact des jeunes avec l'industrie. Les conditions d'accueil, le design des espaces de travail et des ateliers, la qualité des équipements, ont une influence sur l'imaginaire

industriel des jeunes. Cela commence aux journées portes ouvertes. Une part de la responsabilité revient aux établissements, à leur direction, à leurs personnels ; une part revient aux collectivités territoriales, les régions en premier lieu, pour ce qui est de l'immobilier et d'une part de l'équipement des plates-formes techniques. Une part pourrait revenir aux industriels s'ils ne soutenaient pas à bon niveau ces établissements (taxe d'apprentissage, mécénat) pour rehausser la qualité de leurs équipements de travail.

■ **Les IUT et les lycées technologiques et professionnels ont une carte à jouer.**

Les premiers ont tissé de longue date des liens avec les PME. Les seconds, souvent équipés à des niveaux où ne sont pas encore nombre d'entreprises, ont un rôle tout à fait important à tenir en formation de nouveaux collaborateurs et en formation des actifs (via les Gréta<sup>143</sup>). Leurs plateaux techniques, qui font partie des « plates-formes de formation aux technologies de l'industrie du futur », peuvent aussi servir de plates-formes de développement et d'expérimentation. Ils correspondent bien aux niveaux des compétences les plus réclamées aujourd'hui dans les PME industrielles<sup>144</sup>.

Mais ces compétences sont essentiellement technologiques. Les réponses proposées par des réseaux d'établissements complémentaires, diversifiés, permettent de couvrir aussi les compétences non-technologiques. Ce peut être une valeur ajoutée des Campus des métiers et des qualifications (voir le paragraphe 3.6.6).

■ **Les écoles et formations d'ingénieurs ont toute leur place au cœur du dispositif de pénétration des technologies nouvelles dans le tissu des PME industrielles.**

---

143 Acronyme pour Groupement d'établissements.

144 Nous reviendrons sur ce point dans le 3<sup>e</sup> volet du triptyque industriel (voir l'avant-propos de ce rapport).

Dans leur ensemble, les écoles d'ingénieurs, auxquelles nous associons les universités de technologie et les UFR de sciences tournées vers les applications technologiques, s'intéressent peu aux PME, surtout quand elles sont éloignées de leur niveau d'expertise. Leurs étudiants les fréquentent peu. En sens inverse, pour certaines PME, côtoyer une école d'ingénieurs ne va pas de soi.

**Les écoles d'ingénieurs ont une responsabilité singulière dans la transformation du tissu industriel. Elles doivent innover pour accompagner les PME éloignées de l'enseignement supérieur. [R]**

Une part des difficultés ici vient d'une méconnaissance mutuelle. Les élèves ingénieurs sont plus attirés, pour leurs stages ou leur projet de fin d'étude, par les grandes entreprises que par les PME, à quoi s'ajoute le manque d'appétence des PME pour les écoles d'ingénieurs (« des BTS me suffisent » nous déclarent souvent des dirigeants de PME, raisonnant à niveau technologique constant).

Nous notons qu'il existe des appréhensions de dirigeants de PME auto-didactes, ou non diplômés à ce niveau, à embaucher des ingénieurs. C'est plutôt valable pour les petites PME. Nous pouvons comprendre que l'embauche d'un ingénieur n'aille pas toujours de soi, à plusieurs points de vue. Il faut donc imaginer des initiatives nouvelles pour y parvenir. Cela passe d'abord par des séquences de découverte mutuelle.

Des plates-formes régionales, articulées à une plate-forme nationale, d'offres de stages et d'emplois dans les PME industrielles augmenteraient leur visibilité auprès des écoles d'ingénieurs. Cela concernerait aussi, dans l'enseignement supérieur, les IUT et les lycées ayant des sections de techniciens supérieurs (STS).

Une contribution des écoles d'ingénieurs à la progression en compétences technologiques des PME est dans l'accueil de dirigeants et de techniciens sur des plates-formes techniques largement ouvertes (voir l'encadré ci-après).

Ces plates-formes sont à relier aux plateaux techniques des IUT et des lycées professionnels dans un réseau — à créer — des « plates-formes de formation aux technologies de l'industrie du futur ».

**Il pourrait être institué, par exemple sur financement régional, un « bon pour » (une sorte d'*Innovation Voucher* à la britannique), d'un montant de 5 k€ à 10 k€, par exemple, pour un premier niveau d'intervention d'un établissement d'enseignement supérieur (écoles d'ingénieurs, IUT, lycées avec STS) ou d'un centre de recherche (type Institut Carnot) afin de financer des pré-études de faisabilité. Cela amorcerait des dialogues nouveaux pour des PME industrielles et leurs dirigeants. Mais aussi pour les établissements, leurs enseignants, leurs élèves. [R]**

### Des plates-formes techniques d'écoles d'ingénieurs

#### *L'exemple de Saint-Étienne (\*)*

Les plates-formes technologiques développées par l'ENSMSSE (École nationale supérieure des Mines de Saint-Etienne), en association avec le Cetim, l'UIMM et l'Enise (École nationale d'ingénieurs de Saint-Étienne), ont permis de constituer un *atelier agile*. Ces plates-formes doivent être adaptées à différents types de production et être situées dans des locaux facilement accessibles aux PME.

Les plates-formes sont comparables à des ruches, avec leur écosystème environnant (unité de lieu, fertilisation croisée...). Elles fonctionnent avec un chef de projet et une équipe projet venant de l'ENSMSSE et de ses associés. Elles sont partagées entre les différents partenaires du projet *Manufacture du futur*.

Trois plates-formes technologiques ont été développées pour répondre aux besoins en montée en compétences notamment sur les axes « *manufacturing* » et « numérique et santé ».

- plate-forme *Manufacturing et fabrication additive* avec trois axes, en relation avec le réseau RAFAM du pôle de compétitivité Viaméca (voir le paragraphe 3.5.3)
- plate-forme *Chambre numérique pour maintien à domicile* ;
- plate-forme *Textiles intelligents*, en association avec la chaire industrielle Thuasne (ETI stéphanoise spécialisée en textiles techniques pour la santé, le sport...).

Il existe une 4<sup>e</sup> plate-forme, sur l'axe génie chimique, « Axelone », elle est implantée à Lyon, dans le cadre du pôle de compétitivité Axelera.

Un enjeu pour ces plates-formes est le renouvellement du matériel. Le modèle économique bénéficie d'un accompagnement des collectivités territoriales, qui soutiennent l'investissement.

(\*) D'après le témoignage de Pascal RAY, directeur de l'École nationale supérieure des mines de Saint-Étienne (ENSMSE)

Encadré N° 28

Les acteurs étant identifiés, il nous paraît utile d'une part, de mettre en exergue des initiatives pédagogiques originales ou récentes prises par des établissements et des réseaux d'établissements et d'autre part, d'insister sur l'importance du choix des approches et des méthodes.

**Les formations en gestion, en management, en design (UFR d'université, IAE, écoles de commerce, écoles de design...) doivent entrer de plain-pied dans l'industrie du futur et concourir à la transformation du tissu industriel. [R]**

Comme une montée en compétences technologiques doit être accompagnée de progression en compétences non-technologiques pour porter ses fruits, l'accompagnement de PME industrielles, par la formation, ne peut pas être assuré par des établissements scientifiques et techniques seuls, ils doivent être couplés à des établissements spécialisés en gestion et management ainsi qu'en design. Des établissements de formation en management se sont engagés dans cette voie, peu encore. La plupart des écoles de design n'ont pas intégré l'entrée dans l'ère 4.0 de l'industrie<sup>145</sup>.

145 Une exception : l'École de design Nantes-Atlantique [EDNA]. Une autre a commencé à faire mouvement : STRATE. L'ENSCI-Les Ateliers, qui fut à cet égard innovante (elle fut la première à enseigner le design numérique), semble s'éloigner de l'univers des tech-

Il faut donc organiser, sur le terrain, des consortia d'établissements pour répondre correctement à la problématique de montée en compétitivité et en compétences. Les communautés d'universités et d'établissements (ComUE) et les Campus des métiers et des qualifications offrent, en principe, cette possibilité. Des consortia peuvent aussi se construire hors de ces deux formes institutionnelles.

**Les campus des métiers et des qualifications (CMQ) ouvrent des perspectives pour les jeunes, pour les actifs, mais aussi pour les entreprises, en premier lieu les PME.**

Les CMQ offrent la possibilité de parcours de formation singuliers en formation initiale et en formation continue, par les voies scolaires ou par celles de l'alternance. Ils ont la capacité — à certaines conditions — de répondre de façon rapide, personnalisée, souvent interdisciplinaire, aux attentes des PME<sup>146</sup>.

**Les campus, adaptés à la diversité des parcours et des contextes, sont un dispositif clé sur le chemin de l'industrie du futur.**

Nous proposons le renforcement du dispositif des Campus sur nos territoires, ainsi que les réseaux d'établissements qui souvent les préfigurent, en y accroissant la place des technologies et des problématiques de l'industrie du futur, dont celles qui concernent le management, la gestion, le design. Plusieurs raisons à cela. Les Campus permettent de :

- développer des passerelles entre voies scolaires et apprentissage (plus largement, alternance), entre diplômes et titres ;

---

nologies avancées. Toutes les autres sont restées, pour l'essentiel de leurs activités, dans une vision artistique, décorative ou manifeste du design ou bien dans une vision très traditionnelle de l'industrie.

146 Voir le rapport de l'Académie sur l'industrie du futur. Page 95.

LA MONTÉE EN COMPÉTENCES TECHNOLOGIQUES DES PME  
LE CAS DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES

- mieux articuler les formations pré et post-bac ;
- proposer des formations ayant un volet non-technologique approprié, associé au volet technologique, ce point doit faire l’objet d’une attention particulière ;
- concevoir les formations professionnelles de spécialité (comme les formations complémentaires d’initiative locale) au plus près de l’emploi ;
- ne pas multiplier les dispositifs, mais au contraire s’appuyer sur ceux qui ont le potentiel pour répondre aux enjeux de l’industrie.

Au moment où nous écrivons notre rapport, le ministre de l’éducation nationale annonce leur transformation en *campus d’excellence* et le lancement d’une campagne de re-labellisation. Il est trop tôt pour pouvoir porter un jugement sur le concept de Campus d’excellence, revisité par un groupe d’experts, et sur sa concrétisation.

**La mise en système des CMQ avec les pôles de compétitivité et les grappes d’entreprises des mêmes secteurs d’activité et/ou partageant les mêmes technologies ou des technologies complémentaires est à instituer pour permettre de créer des synergies et d’apporter, avec des « systèmes thématiques » cohérents, d’apporter des réponses appropriées aux défis partagés<sup>147</sup>.**

---

147 Nous considérons comme particulièrement positive la collaboration entre le pôle de compétitivité *Aerospace Valley* et le campus des métiers et des qualifications Aéronautique et spatial à Toulouse.

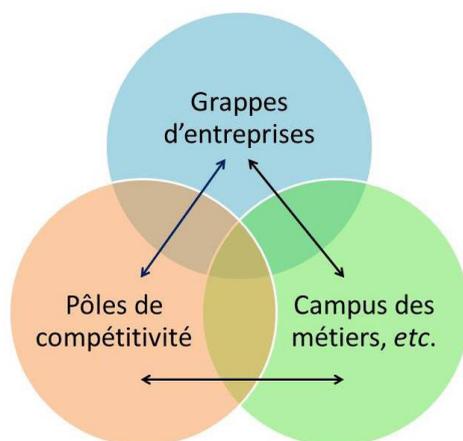


Schéma N° 5. Un système à articuler.

### 3.5.3 — L'adaptation de l'offre d'enseignement aux besoins des PME

**Des offres d'enseignement repensées ou nouvelles sont à proposer pour mieux répondre aux besoins des PME industrielles. (R)**

**D**ans la diversité des offres, il nous paraît utile de nous arrêter (i) sur les formations en alternance, offre qui n'est pas nouvelle, mais qui doit être envisagée d'une façon nouvelle, et (ii) les formations à l'encadrement intermédiaire dans les PME industrielles.

(i) Les formations en alternance bénéficient autant aux PME d'accueil qu'aux individus en formation. L'alternance peut prendre différentes formes, emprunter différentes voies. L'alternance est un terreau fertile à l'innovation

Les formules évoquées ici à titre d'exemples peuvent concerner beaucoup d'établissements, à la plupart des niveaux de certification.

► **Premier exemple.** L'expérience de l'ISTP à Saint-Etienne est à cet égard intéressante en ce qu'elle est particulièrement adaptée à la problématique des PME (voir l'encadré ci-dessous). Cette formule mise en place par une école d'ingénieurs peut être dupliquée par beaucoup d'autres ainsi que par les IUT

et peut bien entendu être élargie à tous les CFA certifiant aux niveaux I à III, voire IV. Le modèle économique de l'ISTP est à transposer avec précautions.

#### Le cas de l'ISTP à Saint-Etienne (\*)

Un des atouts de l'ISTP est son modèle de formation en interaction avec l'entreprise. Parmi les 120 personnes à son effectif, l'ISTP n'a pas de corps de « professeurs » au sens académique mais comporte exclusivement une structure de direction/administration réduite et un ensemble d'ingénieurs « conseil » ou « tuteurs » salariés à temps plein par l'ISTP, issus de l'industrie.

Les tuteurs suivent chacun en moyenne 35 élèves par an (en cours, accompagnement et conseil aux élèves sur le site de l'ISTP et, avec une forte intensité, en entreprise (un point de rencontre entre équipes toutes les 3 semaines pour chaque projet). Il s'agit donc d'un double tutorat (avec celui du maître d'apprentissage dans l'entreprise) pour les alternants.

(\*) D'après le témoignage de Cyril FAURE, directeur de l'ISTP.

Encadré N° 29

**La formation par alternance, dépassant le cadre habituel de la transmission du maître à l'apprenti, devient un moyen de pénétration de nouvelles compétences dans la PME. Les parties prenantes (CFA, PME, financeurs de l'alternance) auraient à l'intégrer dans leurs démarches. [R]**

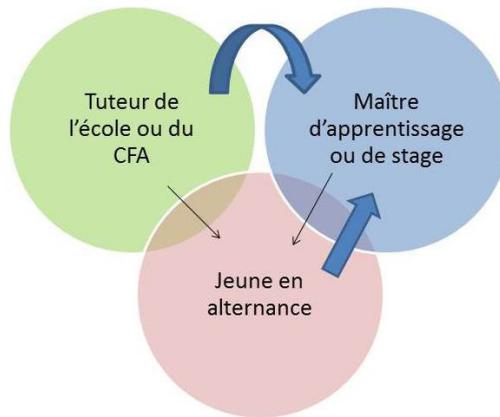


Schéma N° 4 — Une vision inversée de l'apprentissage : quand le maître devient apprenti.

Cette formule, fondée sur l'apprentissage, mais qui peut être étendue aux stages, permet d'engager et d'accompagner une montée en compétences technologiques. L'apprenti et son tuteur côtoient le maître d'apprentissage ou de stage et sa hiérarchie, jusqu'au chef d'entreprise. Ils peuvent enclencher un processus d'amélioration ou un processus de transformation (voir le schéma ci-dessus).

**Ouvrons ici une courte parenthèse sur l'apprentissage. Une histoire récente nous enseigne que c'est un dispositif fragile, soumis à des enjeux financiers et de pouvoirs, comme aux aléas des politiques de l'État (et de ses lois de finances), et qu'une grande vigilance est donc nécessaire<sup>148</sup>.**

148 La nouvelle loi « Liberté de choisir son avenir professionnel » prévoit, en son article 27, que les PME qui embaucheraient des apprentis préparant des diplômes de l'enseignement supérieur (le BTS en est un) ne recevraient pas d'aide de l'État (Art.6243-1). Ne seront plus concernés que les titres inférieurs ou égaux au baccalauréat. A qui conteste ce choix politique, il est répondu que l'aide n'est pas la panacée et que si une entreprise a réellement besoin d'un apprenti BTS ou bachelor, par exemple, elle trouvera les moyens à mobiliser hors d'une aide d'État. Mais (i) ce n'est pas sûr qu'elle les trouve et (ii) c'est, de la part de l'État, envoyer un message contre-productif en particulier pour les niveaux BTS et licence, et les titres de niveaux II et III au RNCP, niveaux recherchés par les PME industrielles. Sans parler, bien sûr du niveau master et ingénieur...

► **Deuxième exemple.** L'alternance entre un centre de formation, une école, une université, d'une part et une PME, d'autre part, peut emprunter d'autres voies. Pour renforcer la présence d'étudiants dans des PME industrielles, les écoles d'ingénieurs et les IUT technologiques pourraient s'inspirer de l'initiative de l'école de management EMLYON prise avec Adecco, (voir l'encadré ci-dessous). Cela permettrait aux étudiants de se familiariser avec l'univers des PME et à ces dernières d'apprendre à intégrer de nouvelles compétences, de nouvelles générations en son sein.

### Le partenariat entre EMLYON Business School et le Groupe Adecco

« L'École dans l'Entreprise » (\*)

**Le Groupe Adecco et EMLYON Business School s'associent en 2015 pour mettre en place** « un nouveau dispositif visant à gommer les frontières entre le monde de l'entreprise et le monde académique ».

« Les étudiants signent un CDI intérimaire avec le Groupe Adecco, qui se charge de les placer dans des entreprises partenaires. Les étudiants alternent, pendant deux ans, quatre semaines en entreprise et une semaine à EMLYON Business School. [...]

#### *Apprendre dans l'entreprise et travailler pour l'entreprise à l'école*

Pendant deux ans, les étudiants sont quatre semaines en entreprise et une semaine à l'école, jusqu'à l'obtention de leur diplôme. Durant cette période, les cours restent totalement intégrés aux pratiques professionnelles : même en entreprise, l'étudiant continue à acquérir des connaissances académiques grâce à des solutions d'e-learning développées par EMLYON. Ce dispositif est complété par des rencontres régulières sur le campus avec des professeurs pour mettre la théorie en perspective et enrichir les pratiques professionnelles. [...]

#### *Un CDI pendant et après les études*

Les bénéficiaires du programme signent un CDI intérimaire avec le Groupe Adecco, qui devient leur employeur. Le Groupe se charge ensuite de les placer en alternance dans des entreprises partenaires. Ces entreprises, principalement des ETI et des PME qui peuvent rencontrer des difficultés pour attirer les talents, formeront avec EMLYON et le Groupe Adecco des organisations coopératives apprenantes sur la problématique nationale de l'emploi.

En contrepartie de ce CDI, les étudiants s'engagent à rester au sein de l'entreprise pendant deux ans à l'issue de leur formation.

Entreprises et étudiants ont [...] la possibilité de personnaliser l'enseignement académique en fonction d'un projet professionnel commun. Dans les deux ans qui suivent l'obtention du diplôme EMLYON s'engage de plus à poursuivre la personnalisation du portefeuille des

compétences du jeune diplômé en fonction de son projet au sein de l'entreprise.

*Un mode de financement unique*

Grâce au CDI intérimaire proposé par le Groupe Adecco, les bénéficiaires du programme sont payés à 100 % du SMIC lorsqu'ils sont en entreprise et à 80 % du SMIC pendant leurs périodes sur le campus (25 % de leur temps). Ils sécurisent ainsi un premier emploi de quatre ans tout en disposant de ressources supérieures à leurs frais de scolarité. [...] Cette méthode de financement ne sollicite aucun fonds public. »

(\*) Source : <https://www.em-lyon.com/fr/actualite-ecole-de-commerce/Folder/communiqués-sur-l-ecole-de-commerce/Le-Groupe-Adecco-et-EMLYON-Business-School-s-associent-pour-lancer-L-Ecole-dans-l-Entreprise>

Encadré N° 30

► **Troisième exemple.** L'alternance ne débouche pas toujours sur un emploi dans l'entreprise formatrice. Ainsi, un apprenti qui a été formé au sein d'une entreprise et qui, au terme de son contrat d'apprenti, n'a pas été embauché par cette dernière, sans qu'il ait démerité, doit pouvoir rebondir vers d'autres entreprises industrielles, PME notamment, ayant besoin de ses compétences. La filière ou le secteur d'activité est l'ensemble où ce rebond a le plus de chance de réussir. Encore faut-il l'organiser. La mise en place de plates-formes RH au sein des filières, des secteurs, mais aussi des territoires, permettrait de traiter ce genre de question, avec bien d'autres concernant la valorisation du capital humain et la gestion des parcours professionnels.

(ii) Le développement de formations à des niveaux intermédiaires (tel bac + 3) est une réponse possible aux besoins identifiés dans les PME en encadrement intermédiaire, formé sur un assez large spectre.

L'offre de formation doit prendre particulièrement en compte les besoins de compétences de l'encadrement intermédiaire dans les PME, dans toutes les fonctions. Pour y répondre, il existe plusieurs voies possibles en formation initiale, ce qui laisse un choix aux entreprises en fonction de leurs besoins : (i) le BTS ou le DUT, parfois un peu juste pour assumer ce type de responsabilités sans une bonne expérience professionnelle ; (ii) la licence professionnelle, mais dans ses maquettes actuelles elle paraît trop spécia-

lisée ; (iii) le *bachelor* que des écoles d'ingénieurs proposent désormais en affichant cette finalité.

Les écoles d'ingénieurs (avec des bachelors) et les IUT (avec leur projet de nouveau DUT en trois ans) se positionnent pour répondre à des besoins perçus, comme « *Une double compétence technique (dont numérique) et management et une pratique des nouvelles méthodes de conception.* »<sup>149</sup> Mais ces réponses ne recueillent pas toujours l'adhésion des PME et, de plus, elles ont des effets paradoxaux : en France un diplôme de niveau bac + 3 (ou de grade de licence) est avant tout une étape vers la poursuite d'études (voir l'encadré ci-dessous).

#### Le goulot d'étranglement des diplômes supérieurs intermédiaires « professionnalisants » (\*)

Selon les données de l'INSEE, seulement 5,6 % des professions d'encadrement intermédiaires sont au chômage. Les spécialistes observent « une importante demande, voire des pénuries, dans les métiers techniques, ainsi que dans la banque et dans les assurances, à ce niveau de formation » (Le Monde Campus, février 2016). Le niveau de formation concerné correspond à bac + 2 (BTS et DUT) et bac + 3 (licences professionnelles). Ces niveaux représentent à eux seuls 64 % des diplômes du supérieur délivrés en France (à peu près à parts égales).

Pour une grande partie de diplômés, ils ne débouchent pas directement sur l'emploi, mais sont une étape diplômante dans un schéma de poursuite d'études. Si près de 55 % des titulaires de BTS choisissent d'entrer sur le marché du travail, seuls 30 % des titulaires DUT font de même, un chiffre en recul de 15 % en 15 ans. Certes, 85 % des titulaires de licences professionnelles entrent sur le marché de l'emploi, mais ces licences vocationnelles ne représentent qu'un peu plus d'un quart de toutes les licences délivrées en France. Quant aux licences générales, elles ouvrent très majoritairement (72 %) sur une inscription en master.

Ainsi, le flux net de diplômés bac + 2 et bac + 3 sur le marché du travail représente moins de la moitié (47 %) des diplômes délivrés à ce niveau.

Notre système universitaire produit donc aujourd'hui moins de diplômes « professionnalisants » courts « prêts à l'emploi » que de diplômes longs (grade de master).

*Notre système se caractérise par un véritable « nœud de diplomation » qui entretient durablement une pénurie d'emplois intermédiaires, tant au niveau de l'offre que de la demande.*

---

149 Témoignage de Pascal Ray, directeur de l'ENSMSE.

Cette situation diffère sensiblement de celle d'autres nations développées où le diplôme de bachelor constitue un niveau de sortie privilégié vers le marché du travail. Dans des pays anglo-saxons environ 60 % des diplômés entrent directement dans la vie active. La proportion de diplômes supérieurs courts « prêts à l'emploi » reste supérieure à 50 % aux États-Unis.

Le projet d'allonger à trois ans les diplômes universitaires de technologie intervient donc dans un contexte où il devient urgent d'encourager, tant auprès des étudiants que des entreprises, la valorisation des diplômes courts dans des emplois industriels rémunérateurs et de qualité. L'évolution envisagée ne peut qu'être bénéfique si la stratégie sous-jacente est de conforter le grade de licence comme débouché vers l'emploi. Mais, compte tenu des représentations des études supérieures prévalant dans notre pays, ce recalage dans le schéma L-M-D présente le risque d'académiser encore davantage les parcours d'IUT, en les inscrivant dans un schéma quasi exclusif de poursuite d'études. Cela ne pourrait que resserrer le goulot d'étranglement qui prévaut aujourd'hui au niveau intermédiaire dans la hiérarchie des diplômes « professionnalisants » du supérieur.

(\*) Institut Mines-Télécom, document interne.

#### Encadré N° 31

Deux écoles d'ingénieurs, Arts et Métiers ParisTech<sup>150</sup> et l'Institut Mines Télécom (en lien avec l'IRUP), pour le moment, mais d'autres établissements l'envisagent, ont décidé de créer des bachelors. Ces initiatives sont assez proches dans leurs finalités. Ces formations sont largement ouvertes aux bacheliers technologiques STI2D<sup>151</sup>. Les modalités et contenus diffèrent selon les positionnements des établissements et les centrages des formations. Elles ont en commun de tenter de répondre à des besoins identifiés d'encadrement intermédiaire dans les PME et les ETI.

Le *bachelor* IRUP-IMT est à venir. Le *bachelor* de technologie d'Arts et Métiers ParisTech n'a diplômé, au moment de la rédaction de ce rapport, qu'une promotion d'une quarantaine d'étudiants. Moins de 10 % d'entre eux sont entrés sur le marché du travail. Les autres sont en poursuite d'études. Une seule promotion ne peut pas être une base significative d'évaluation de la portée d'une nouvelle formation. Toutefois une « alerte » est lancée.

---

150 Voir : <https://artsetmetiers.fr/fr/formation/bachelor-de-technologie>

151 Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable.

**Les *bachelors* iront-ils dans des PME apporter le niveau intermédiaire de management technique dont elles ont et auront besoin, ou bien poursuivront-ils leurs études vers un master ou un diplôme d'ingénieur ? Une attention particulière est à prêter à cette question et des dispositions sont à prendre. [R]**

**Par exemple, un engagement à travailler dans une PME pendant une durée minimum à la sortie du *bachelor* contre une bonification ou une facilitation à poursuivre ensuite des études (VAE par exemple) pourrait être demandée aux étudiants. [R]**

La même question est posée pour les IUT dont l'allongement du cursus est envisagé. Au moment de la rédaction de ce rapport, la décision de son extension à trois années n'est pas prise.

Les établissements formant des *bachelors* (ou équivalents) devraient veiller à en faire, dans toute la mesure du possible, des managers de la transition numérique (voir le paragraphe 2.5.3).

En face, du côté des PME industrielles, la capacité à bien intégrer des *bachelors* (ou équivalents) et leur proposer des perspectives attrayantes est interrogée (voir le paragraphe 2.5.3).

### 3.5.4 — Recherche d'outils et de méthodes pédagogiques adaptées

**Les outils et les méthodes pédagogiques utilisés, ainsi que les modalités pratiques, mises en place dans les formations destinées aux PME, ont une influence majeure sur leur accessibilité et sur leur efficacité. La réussite des actions de formation appelle une prise en compte des contraintes d'exploitation des PME**

**O**utre les contenus des formations, ce sont les méthodes pédagogiques et les modalités pratiques de leur administration qui déterminent leur efficacité. Il

faut assurer un bon transfert de la formation au poste de travail et il convient, ce qui est important dans une PME, de pallier l'absence d'un collaborateur parti en formation, ou réduire significativement son temps d'absence — sans nuire à la qualité de sa formation — ; c'est un gage d'adhésion de sa hiérarchie et donc augmente sa probabilité de réussite.

**Les outils de formation sur le lieu de travail, permettant de ne pas s'en éloigner durablement, sont à privilégier pour les PME. [R]**

Suite aux expérimentations concernant les actions de formation en situation de travail (AFEST), fort positives, d'autres étapes doivent être franchies sur leur « caractérisation pédagogique et réglementaire », la dynamique doit être poursuivie (voir le paragraphe 2.5.2). Des technologies nouvelles (data, intelligence artificielle, simulation, réalité mixte...) permettent d'envisager désormais des formations au poste de travail. Toutefois, le recours à un accompagnement (mentorat, participation à une communauté apprenante) reste très souvent indispensable.

S'agissant de l'absence du collaborateur de son poste de travail, qu'il convient de pallier, il nous paraît utile d'évoquer ici l'initiative d'un centre de formation dédié à la plasturgie et aux composites, le CFP à Oyonnax, prise avec l'union interrégionale de la plasturgie, Allizé-Plasturgie.

#### **À Oyonnax, une initiative pour pallier l'absence de collaborateurs en formation (\*)**

Soutenue financièrement par l'État, la Région Rhône-alpine, l'OPCA DEFI<sup>1</sup> et la communauté de communes, l'initiative *Action de développement des compétences* (ADC+) du CFP et d'Allizé-Plasturgie, outre la réalisation d'actions de formation, permet de pallier l'absence de collaborateurs de PME partis en formation.

1 Organisme paritaire collecteur agréé pour le Développement de l'emploi et de la formation dans l'industrie, œuvrant pour les branches des industries chimiques, pétrolières, pharmaceutiques et de la plasturgie.

LA MONTÉE EN COMPÉTENCES TECHNOLOGIQUES DES PME  
LE CAS DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES

Le montage associe le groupement d'employeurs de la *Plastics Valley* et fait appel au travail temporaire. Pendant que les salariés vont suivre une formation certifiante assez longue (4 à 8 semaines), des personnes issues du groupement d'employeurs viennent « *les remplacer et ainsi prêter main-forte aux entreprises participantes afin que leur activité se poursuive dans les meilleures conditions* ».

Ce sont en général des personnes qui connaissent bien les entreprises pour y avoir travaillé comme intérimaires.

« *L'initiative apporte donc un triple bénéfice aux participants :*

- Des salariés volontaires, nouvellement formés et titulaires d'un certificat professionnel spécialisé dans la plasturgie.
- Des entreprises soutenues dans leur besoin de compétences salariales et dans le maintien de leur production durant la période de formation.
- Un personnel de travail temporaire développant un réseau pour de potentielles collaborations et pouvant remettre à niveau ses compétences. »

[\*] Source : <http://www.plasturgie-formation.com/article/temoignages/une-nouvelle-formation-pour-la-competitivite-des-entreprises-action-de-developpement-des-competences-adc>

Encadré N° 32

**L'opération menée à Oyonnax a été récemment modifiée face à la difficulté à trouver suffisamment d'intérimaires formés, ou à former, sur un bassin d'emploi restreint et, de plus, à un moment de reprise de l'activité industrielle. Mais, sur la base de ce retour d'expérience, une formule aménagée doit être envisagée sur des territoires plus vastes. [R]**

**Les ateliers-écoles ou les usines-écoles sont des dispositifs qui concourent à la diffusion des technologies nouvelles de production, à leur mise en système, à l'optimisation des procédés industriels. Leur présence dans les bassins d'emploi à vocation industrielle est à généraliser. [R]**

Ces « écoles » se donnent pour mission de réduire les distances entre l'industrie et la formation qui y prépare ou qui accompagne ses mutations (voir l'encadré ci-après). Il en existe de plusieurs sortes sur le territoire national.

Certaines sont privées, portées par des organisations professionnelles ou des sociétés de conseil ou d'ingénierie ; trois exemples à signaler : (i) l'*Innovation Center for Operations* porté, dans l'Essonne, par le Boston Consulting Group en association avec Dassault Systèmes et CentraleSupélec ; (ii) Dynéo, usine-école commune d'Airbus Hélicoptères, Bonnans.sa, Daher, STMicroélectronique, implantée dans les locaux des Arts-et-Métiers (ENSAM) à Aix-en-Provence ; (iii) le CampusFab, créé en 2016 dans l'Essonne par un consortium (Safran, Fives, GIFAS et désormais Dassault Systèmes, avec Adecco Group, le pôle de compétitivité AStech et des centres de formation), accueillant dans un premier temps environ 100 apprentis (niveau BTS) et 300 salariés en formation continue chaque année.

D'autres enfin sont publiques ; exemple : les ateliers d'AIP-Primeca (Ateliers interétablissements de productique — pôles de ressources informatiques pour la mécanique) à Grenoble, Nantes, Toulouse, etc. qui, au total, mobilisent près de 600 enseignants-chercheurs.

Ces initiatives semblent assez nombreuses, mais avec des ampleurs et des ambitions diverses, elles gagneraient toutes à un plus large rayonnement et à être articulées avec les « vitrines » de l'Industrie du futur. Le « lancement d'une réflexion stratégique sur le développement des plates-formes de formation aux technologies de l'industrie du futur » par le CNI numérique (voir le paragraphe 3.2.4) paraît une bonne initiative.

#### **Des usines-écoles dans les Pays de la Loire (\*)**

La notion d'usine-école peut-elle redorer le blason des formations techniques ? C'est l'espoir que nourrissent, dans les Pays de la Loire, les filières industrielles actuellement au mieux de leur forme, navale et aéronautique en tête, mais qui peinent à recruter. Simultanément, plusieurs projets d'usine-école émergent dans la région, dont la Manufacturing Académie de Nantes. Ce centre de formation prévu pour 2020 représentera un investissement de

12 millions d'euros, dont la moitié en équipements.

« *L'usine-école sera équipée pour travailler sur les techniques les plus émergentes dans la fabrication additive, l'assemblage multimatériaux, la cobotique ou les flux de production* », détaille Stéphane Cassereau, directeur de l'Institut de recherche technologique (IRT) Jules Verne, qui a conçu ce projet. « *L'ambition est de faire en sorte que le différentiel entre la réalité de l'entreprise et la formation soit le plus tenu possible* », ajoute Hervé Thomas, secrétaire général de l'UIMM de Loire-Atlantique (secteur de la métallurgie), qui a repris le projet avec la région Pays de la Loire. L'édifice disposera d'une surface de l'ordre de 3 000 mètres carrés très modulaires « *adaptable à des modes de production en îlots* ».

C'est également un système « *agile et reconfigurable* » qu'entend reproduire le Laboratoire des sciences du numérique de Nantes (LS2N). Cette unité mixte de recherche nantaise lancera en septembre un nouveau concept de « *learning factory* ». Là, le principe est d'associer un parc de machines bien réelles et son double numérique, une « *digital twin* ».

(\*) Les usines-écoles, points d'appui pour l'industrie du futur. Les Echos. 17 juin 2017.

#### Encadré N° 33

**L'offre de formation en ligne peut être une réponse appropriée, mais à certaines conditions de mise en œuvre dans le cas des PME industrielles. Un MOOC, pour gagner en utilité dans ce contexte, doit être prolongé par un accompagnement, comme le mentorat ou le compagnonnage. [R]**

Les MOOCs sont considérés comme une voie possible d'accès aux connaissances. Ils étaient en vogue au début des années 2010. Leur qualité hétérogène, la possibilité ou non d'être certifiants, les exigences dans leur suivi (rigueur, persévérance...), ont contribué à déconstruire le mythe, au moins dans le système de la formation professionnelle. L'expérience du Cetim l'a montré<sup>152</sup>. Les tutoriels permettant de développer des compétences pratiques, des savoir-faire, conservent leur utilité, même s'ils sont désormais dépassés par des outils utilisant la réalité mixte.

152 L'offre de MOOCs du CETIM, à disposition des PME et de leurs collaborateurs, n'a pas rencontré son marché naturel.

Pour autant, les MOOCs, avec certaines précautions d'usage, restent utiles. De nouvelles initiatives sont prises pour former au numérique, par le numérique, des dirigeants et salariés de TPE-PME. Nous pouvons citer la récente formation, proposée à titre gratuit par FUN-MOOC<sup>153</sup>, pour les salariés et dirigeants de TPE-PME (voir l'encadré ci-après). Elle est financée par cinq organismes paritaires collecteurs agréés (OPCA) partenaires du projet et par la Direccte - Île-de-France.

Une formation gratuite sur le numérique pour les TPE-PME (\*)



Alors que les Français sont très connectés et utilisent de plus en plus les services numériques proposés par les grandes structures, les TPE-PME françaises peinent à prendre le virage de la transformation numérique. [...] C'est la raison pour laquelle la formation en ligne « **TPE-PME : le numérique c'est tout de suite !** » a été élaborée spécialement pour les petites structures. [...] Elle a pour objectif de former les salariés et dirigeants de TPE-PME aux opportunités et aux démarches de leur transformation numérique. Cette formation, spécialement conçue pour les TPE-PME se déroule en deux parties de deux semaines chacune.

La formation, cofinancée et construite avec cinq OPCA de branche, apporte des réponses concrètes pour acquérir une vue d'ensemble et des outils pratiques pour concrétiser sa transformation numérique. Elle demande un travail personnel d'environ une heure par semaine, et donne lieu à une attestation délivrée par Le Cnam et l'Université Lyon 3 Jean Moulin. La souplesse du numérique permet aux salariés et dirigeants de suivre ce cours aisément et d'organiser leur temps d'étude en fonction de leurs contraintes professionnelles et familiales. [...]

(\*) Source : <https://www.formation-tpepme.fr/>

Encadré N° 34

153 FUN-MOOC est un Groupement d'Intérêt Public (GIP) cofinancé par des établissements universitaires membres et le ministère en charge de l'Enseignement supérieur.

Deux remarques sont à faire à propos de cette formation en ligne proposée par des universités :

- le secteur de l'industrie et des services à l'industrie (hors des industries agroalimentaires) n'est pas visé par cette initiative ; faut-il y voir l'expression d'un doute sur l'existence d'un marché ? Cette lacune serait à pallier par un engagement de nouvelles organisations professionnelles (fédérations concernées, OPCA compétents pour l'industrie...) ;
- cette initiative, si elle n'est pas intégrée dans un dispositif global d'accompagnement des TPE-PME, n'a aucune chance de prospérer de façon autonome<sup>154</sup>.

### 3.6 — La clé : l'accompagnement personnalisé, collectif ou individuel

**L'accompagnement personnalisé, collectif ou individuel, est la clé de toute action pouvant conduire à une montée en compétences réussie des entreprises**

L'accompagnement des PME, en premier lieu de leurs dirigeants, est une condition sine qua non de réussite d'un processus de montée en compétences. Il doit prendre des formes appropriées au contexte et à la situation de l'entreprise, et au moment du parcours où se trouve l'entreprise.

Nous inspirant de Jean-Lou Chameau, ancien président du *California Institute of Technology* (Caltech) qui déclarait il y a peu : « l'innovation est un sport de contact », nous pensons que, de la même façon, « **la transformation d'une PME est un sport de contact** ».

Nous l'avons vu en particulier quand il s'agissait de faire pénétrer une technologie nouvelle dans une PME. Au-delà d'avoir approché le dirigeant, de l'avoir sensibilisé, les « intervenants », restant en contact étroit avec lui,

---

<sup>154</sup> Cette remarque vaut aussi pour l'initiative du quotidien *Les Échos* qui propose depuis peu une plate-forme de mentorat numérique aux entreprises : le *Coach digital*.

doivent être en mesure de le rassurer et de l'accompagner à des moments clés du processus d'appropriation.

**L'accompagnement des chefs d'entreprise (par le mentorat) et des collaborateurs (par le mentorat ou l'animation de communautés apprenantes) est nécessaire pour que se développent de nouvelles pratiques et se maîtrisent de nouvelles technologies. [R]**

Dans un contexte d'évolution technologique continue et surtout de complexification des systèmes productifs, l'accompagnement des collaborateurs est indispensable, surtout pour ceux qui sont de basses ou moyennes qualifications. Le mentorat, le compagnonnage, les communautés apprenantes (groupes homogènes de collaborateurs en progression, se retrouvant ensemble régulièrement après des séquences de formations individuelles) sont incontournables.

Pour la PME, un obstacle à contourner, nous l'avons vu, est celui du temps passé hors de l'entreprise par des collaborateurs. Aussi, l'accompagnement in situ des individus ou des groupes d'opérateurs ou techniciens est une formule à renforcer. Ici aussi, le succès repose largement sur la pertinence du choix des « intervenants » sur le terrain.

**Ces accompagnements ont un coût qui doit être intégré dans tous les dispositifs d'appui aux PME favorisant leur progression en compétences. [R]**



## Conclusion

Nous posions, au tout début de notre rapport, deux questions liminaires que nous disions être en filigrane : *Allons-nous vers une extinction massive de « l'espèce » des petites entreprises industrielles ? Faut-il numériser l'industrie présente, pour une large part héritée du xx<sup>e</sup> siècle, ou bien construire, sur d'autres bases, celle du xxi<sup>e</sup> ?*

À la première question, nous répondons *OUI, SAUF SI...* Sauf si une forme de « mobilisation générale » est décrétée et surtout engagée, avec une mise en cohérence des dispositifs, une mise en réseau des acteurs complémentaires et mise en ordre de l'ensemble par une maîtrise d'œuvre ou une coordination unique à chaque niveau, national, régional, local, de l'État aux bassins d'emploi, en passant par les régions.

À la seconde question, nous répondons que le nombre de PME risquant l'exclusion du jeu industriel est si important (20 à 40 % selon les secteurs) et le nombre d'emplois menacés si considérable, que nous ne pouvons pas nous retrancher derrière Schumpeter ou Darwin (par analogie) pour tourner la page sans hésiter. Nous pensons qu'il faut transformer le tissu présent pour contribuer à construire l'industrie du futur. Cela ne se fera pas sans pertes, mais elles seront d'autant plus limitées que la « mobilisation » sera générale et immédiate.

## **Deux points à traiter pour le moyen terme**

Nous parlons de moyen terme dans la mesure où des questions restent à traiter qui renvoient à des caractéristiques culturelles de notre société ; comme telles, elles ne changeront pas de sitôt : (i) l'image de l'industrie, de ses métiers, celle des formations professionnelles qui y préparent — les imaginaires ont tout leur poids — et (ii) la relative sédentarité des actifs, l'attrait des métropoles et des grandes villes pour de jeunes générations, etc.

Ces questions sont importantes. Leur traitement n'est pas aisé mais il conditionne, pour une large part, l'avenir de notre économie et de notre société. Elles seront au cœur du dernier volet de notre triptyque, où nous traiterons de l'attractivité des métiers et de l'attractivité des territoires de l'industrie.

## Annexe — Survol des principales technologies 4.0 impactant les PME industrielles

Les technologies 4.0 touchent tous les secteurs industriels et exigent des adaptations de compétences dans les entreprises, principalement par formation ou par recrutement.

### La robotique

La robotisation de chaînes de fabrication, qui relève plus des technologies 3.0 que des technologies 4.0, modifie les facteurs de production et requiert des compétences nouvelles dans les chaînes ou en leurs périphéries — maintenance des robots, par exemple.

### Le Programme Robot Start PME (\*)

L'État et la filière industrielle ont lancé en 2013 le programme Robot Start PME de soutien au premier équipement robotique des PME.

Arrivé à son terme fin 2017, il n'est pas reconduit. Son bilan est assez inégal : 106 PME en ont été bénéficiaires, soit la moitié de ce qui avait été envisagé.

En revanche, le bilan pour les entreprises bénéficiaires du programme est largement positif – sur la base des déclarations des chefs d'entreprise – : + 86 % de productivité, + 68 % de rentabilité, +18 % de chiffre d'affaires, +90 % d'amélioration des conditions de travail sur deux ans.

L'arrivée d'un premier robot dans une PME crée, selon un chef d'entreprise, « une vraie mutation intellectuelle ».

Mais nombre de dirigeants sont rebutés par la complexité du choix des machines et des intégrateurs ou par le prix. Pensé avant la vague des cobots, *Robot Start PME* aura essentiellement financé des robots de chargement-déchargement, d'assemblage et de soudage. Doté d'un budget de 6 millions €, le programme supportait 10 % de l'investissement. Sans compter les frais annexes (formation, équipements complémentaires...), un robot coûte en moyenne 200 k€ et s'amortit en 24 à 48 mois.

Si elle modernise l'image de l'entreprise, l'arrivée du robot effraie certains salariés qui craignent de se voir remplacés. « Beaucoup de dirigeants songent à s'équiper, mais hésitent, faute de savoir comment gérer socialement un projet de robotisation », reconnaît Pierre-Marie Gaillot du CETIM. Pourtant 65 % des entreprises engagées dans le programme ont embauché de nouveaux collaborateurs.

Pour faciliter l'arrivée du premier robot, le rôle d'un intégrateur est essentiel. Le retour d'expériences conduit à recommander le choix d'un intégrateur installé à proximité de la PME.

(\*) D'après le dossier de presse constitué par la FIM, le SYMOP et le CETIM pour la présentation du bilan du programme : Comment les PME françaises entrent dans l'industrie du futur grâce à la robotique (30 novembre 2017) et un article paru dans Les Echos : Les robots prennent timidement leurs marques dans les PME (18 décembre 2017).

#### Encadré N° 7

La robotique collaborative, ou cobotique, est, en revanche, une avancée nouvelle. Le cobot, sorti de la cage où se tiennent en général les robots industriels, accompagne l'opérateur et le débarrasse de tâches ingrates, pénibles ou répétitives. Dans la robotique collaborative, « *L'expertise de l'opérateur est déterminante, c'est lui qui maîtrise le process et reprogramme le robot. Il passe d'un rôle de production à un rôle de supervision* » souligne Adrien

POINSSOT, manager des ventes chez Universal Robots<sup>155</sup>. L'opérateur a appris à programmer le cobot avec un dispositif tactile (console, tablette, etc.) dont le design d'interface est en général simplifié et intuitif.

La relative simplicité et la flexibilité de cette robotique en fait un outil particulièrement adapté aux PME. Sur le plan des performances, seule leur capacité de charge peut en freiner la diffusion dans certains contextes industriels.

## Les data

Les données, notamment les données massives, ou *big data*, sont devenues une ressource stratégique pour les entreprises, y compris les PME : données internes, liées à la production, par exemple, données externes relatives en particulier aux clients ou utilisateurs. L'enjeu, face à la profusion de données, est de les traiter pour leur donner un sens, de croiser celles qui proviennent de sources internes et externes différentes, etc. Si l'on prend le cas des données internes de production, leur analyse peut permettre de gagner en productivité en cherchant les facteurs qui ont le plus d'influence sur la production, qui conditionne la performance, éventuellement en utilisant un « jumeau numérique » des chaînes de production permettant d'optimiser le procédé, son agencement.

L'analyse de données permet aussi un suivi permanent de l'outil de production : elle permet de suivre en temps réel la qualité des produits et d'éviter toute dérive, de suivre les équipements pour permettre une maintenance préventive et augmenter la disponibilité du parc de machines, etc.

Le traitement des données permet de générer des connaissances nouvelles.

La prise en compte des données dans la stratégie et les opérations d'une entreprise crée un fort appel de compétences nouvelles : *data scientists*, *data analysts*... à des niveaux master (dont ingénieur) et licence (ou *bachelor*).

---

155 In *Smart Industries*. Op. cit. Page 23.

## L'intelligence artificielle (IA)

Souvent associée aux data, elle bouleverse par son introduction les offres des entreprises, leur mode de conception et de réalisation de produits et/ou services, leur organisation. Sa pénétration dans les entreprises, y compris les PME, est de nature à les transformer en profondeur. Les premiers niveaux d'application de l'IA relèvent sans conteste des technologies 4.0. Les niveaux les plus profonds, qui sont encore à des niveaux TRL  $\leq 4$  ou 5<sup>156</sup>, qui sont susceptibles de produire des métamorphoses de la société et de l'économie, relèvent plutôt de ce que l'on pourrait appeler les technologies 5.0. On ajouterait, au niveau 5.0, l'informatique quantique par exemple.

Les référentiels de compétences requises pour développer les applications et les usages de l'IA dans les entreprises, notamment les PME, restent à écrire.

## L'internet industriel des objets (IIoT<sup>157</sup>)

Son introduction est à relier à la montée en volume et en usages des data, au perfectionnement de leurs traitements. Les échanges de données au niveau des machines, directement entre elles (liaisons de type *peer-to-peer*), ou l'échange entre les machines et des plates-formes d'intégration (comme le *Manufacturing Execution System*) font partie des fondements de l'industrie 4.0. Pour les PME industrielles, la généralisation de l'IIoT doit être progressive. Dans les unités de fabrication ce sont les machines critiques, celles qui sont en position centrale dans les procédés, qui sont à faire entrer en premier dans un réseau, avec celles qui ont pu manifester des dérives.

L'IIoT permet par ailleurs de déconcentrer « l'intelligence » de la produc-

---

156 TRL : *Technology Readiness Level*, qui pourrait se traduire par niveau de *maturité technologique*. L'échelle est graduée du niveau 1 (principes de base scientifiques observés et rapportés) au niveau 9 (système réel prouvé à travers des opérations réussies, des produits ou/et des services commercialisés).

157 IIoT : *Industrial Internet of Things*.

tion en favorisant des traitements locaux de data produites, au niveau de chaque machine, à partir de capteurs embarqués et de processeurs locaux. Cela améliore l'efficacité d'ensemble et permet de réduire la taille et le coût des processeurs centraux.

La diffusion de l'IloT dans les filières ou, de façon plus limitée, entre une entreprise cliente et son fournisseur ou, de façon plus intégrée, au sein même d'une entreprise, suppose la mise en place d'une normalisation. L'interopérabilité est un facteur critique. Cela conditionne par exemple la mise en place de *jumeaux numériques* (voir plus loin le paragraphe *La modélisation et la simulation*).

La mise en place et la gestion d'un système d'IloT dans une PME appelle des compétences en traitement de données et en gestion de réseaux qui y font souvent défaut.

## La réalité virtuelle (RV), augmentée (RA) et la réalité mixte (RM)

Elles constituent, pour les PME, une étape nouvelle vers l'industrie 4.0 qui pourrait être franchie assez rapidement. Les technologies utilisées sont, en effet, assez familières, car déjà diffusées pour beaucoup d'entre elles dans le grand public. Pour les entreprises qui ont mis en place des *référentiels numériques* de leurs produits et leurs équipements, la mise en œuvre de la RM est relativement aisée à réaliser et le ROI, selon les experts du domaine, peut être inférieur à un an. La RM permet de tester des hypothèses en conception et/ou en usage de produits ou services, elle permet de guider un opérateur sur une chaîne de montage, un technicien de maintenance, etc. Elle peut être un support dans la commercialisation d'une offre industrielle. Elle peut être enfin un outil pour la formation au poste de travail ou en simulateur, en temps réel. Les interfaces étant relativement simples et intuitives, les compétences nouvelles requises pour l'usage de la RM ne sont pas étendues. Il en va tout autrement pour la conception d'un système de RM.

## La fabrication additive

La fabrication additive, ou impression 3D, fait partie des technologies dont on dit qu'elles portent en elles les ferments de la prochaine révolution industrielle. Elle permet de réaliser des pièces complexes, elle est économe en matière, elle permet au moindre coût de fabriquer à l'unité ou en petite série, elle étend sans cesse la gamme des matériaux utilisables en impression. L'impression métallique a le vent en poupe mais le marché des entreprises ne semble pas encore mûr. Chaque technologie d'impression (frittage laser sélectif ou direct, stéréo-lithographie...) a besoin encore d'être confortée. Le passage à l'industrialisation reste globalement en devenir. Des questions techniques n'ont pas encore trouvé de réponses satisfaisantes, notamment en termes de stabilité et reproductibilité des résultats, de robustesse et de productivité. La certification exigée, comme en aéronautique, est une étape à franchir.

Cette technologie permet, en théorie, d'installer de petites unités de production diffuses, sur les territoires, pourvu qu'ils soient équipés de haut débit.

Le *Additive Factory Hub* de Saclay, plate-forme implantée au CEA et mettant à la disposition des industriels des machines et des expertises, associe les compétences de plusieurs partenaires (GE et laboratoires de recherche). La question qui se pose toujours pour des initiatives de haute qualité de ce type est celle de leur rayonnement sur les territoires. Les plates-formes techniques de fabrication additive (Région Centre Val de Loire, PACA, etc.) doivent se mettre en réseau avec le *hub* de Saclay pour mutualiser leurs avancées et leurs retours d'expériences avec les PME. Chaque nouvelle technologie industrielle a besoin d'un réseau (plates-formes et experts) et d'une tête de réseau pour progresser et se diffuser sur les territoires.

Les compétences requises en fabrication additive ont peu de points communs avec celles convoquées pour la fabrication traditionnelle, par enlèvement de matière.

## La modélisation et la simulation

« Il n'existe pas un seul domaine dans lequel il n'y a pas de simulation ou, plus généralement, de calcul », déclare Christian Saguez, président du pôle Teratec, pôle européen de compétence en simulation et calcul de haute performance<sup>158</sup>. Il ajoute : « la modélisation par les données est le phénomène majeur qui permet la diffusion de la simulation. Avant [...] on modélisait avec des modèles déterministes. [...] Avec le machine learning, par exemple les réseaux de neurones, on devient capable de construire des modèles prédictifs en utilisant que des données. [...] Au départ la simulation était utilisée dans la conception de produits pour valider l'expérience. [...] La simulation de tout le cycle de vie d'un produit est une évolution fondamentale qui explique sa généralisation. La maintenance prédictive qui se développe à grande vitesse en est un exemple concret ».

Un autre exemple est le développement de *jumeaux numériques* d'une machine, d'un processus, d'un atelier, voire d'une usine. Cet outil rend aujourd'hui capable de simuler le comportement des machines en intégrant les différents éléments constitutifs (mécanique, électrique, optique, chimique...), en temps réel. Il est relativement accessible aux PME. Cela suppose un double investissement dans le capital matériel et logiciel et dans le capital humain. Il faut des ingénieurs formés au calcul, aux logiciels mais maîtrisant aussi les métiers de base de l'entreprise. Ici comme ailleurs, se pose la question du retour sur l'investissement.

### *Les plates-formes numériques*

Les plates-formes numériques sont des espaces virtuels de concentration et de partage d'applications et de données. Leur introduction est en général associée à une reformulation de la création de valeur, à la mise en place d'un nouveau modèle d'affaires, à de nouvelles relations aux clients,

---

158 Cahier *Les nouveaux usages de la simulation* de L'Usine Nouvelle et Industrie et Technologies, publié avec L'Usine Nouvelle N°3559, avril 2018.

aux fournisseurs, aux cotraitants et/ou, en interne, à un nouveau modèle d'organisation et de coopération interfonctions ou interservices. Ces nouvelles interactions, fondées sur l'interopérabilité, sur l'ouverture, sur le temps réel conduisent à de profondes transformations (filière, entreprise). Elle requiert des compétences nouvelles, souvent radicalement différentes de celles qui prévalent dans des systèmes industriels « classiques ».

Selon Pascal Daloz, directeur général adjoint de Dassault Systèmes, « ce qu'on appelait autrefois la supply chain, avec les donneurs d'ordres et les sous-traitants va voler en éclats ». Selon lui, les industriels iront « chercher la compétence et la ressource machines disponibles au meilleur prix, quel que soit l'endroit du monde, tout en garantissant le résultat en termes de conformité et de traçabilité. » La solution logicielle traduisant cette vision est une plate-forme numérique partagée, sans rupture entre les différents acteurs, ni entre les étapes de fabrication, qui permette à chacun d'apporter, simultanément, une valeur au produit<sup>159</sup>.

## Le recours à la *blockchain*

La *blockchain* est « une technologie de stockage et de transmission d'informations, transparente, sécurisée, et fonctionnant sans organe central de contrôle »<sup>160</sup>.

Par extension, une *blockchain* constitue une base de données qui contient l'historique de tous les échanges effectués entre ses utilisateurs depuis sa création. Cette base de données est sécurisée et distribuée : elle est partagée par ses différents utilisateurs, sans intermédiaire, ce qui permet à chacun de vérifier la validité de la chaîne.

« Alors que la majorité des projets de recherche est encore axée sur la technologie elle-même et ses applications dans le secteur de la finance, l'intérêt d'exploiter la

---

159 *L'Usine Nouvelle*, N° 3545. 11 janvier 2018.

160 Définition donnée par *Blockchain France*. Site : <https://blockchainfrance.net/decouvrir-la-blockchain/c-est-quoi-la-blockchain>

ANNEXE — SURVOL DES PRINCIPALES TECHNOLOGIES 4.0 IMPACTANT  
LES PME INDUSTRIELLES

*blockchain dans l'industrie manufacturière va croissant. En particulier, son application pour la gestion et l'audit de la chaîne d'approvisionnement est étudiée par de grandes entreprises et des start-up. Le rôle de la blockchain pour l'industrie 4.0, notamment en lien avec l'Internet des objets (IoT), est exploré et certaines entreprises combinent des solutions blockchain avec l'impression 3D pour permettre de nouveaux processus de fabrication* »<sup>161</sup>. Un aperçu de cas d'utilisation industrielle est donné dans le tableau ci-dessous. Il va de soi que l'intégration de la *blockchain* dans les procédés d'une entreprise industrielle a des implications en termes de compétences mobilisées.

Use case	Examples	Description
Supply Chain Management and Digital Product Memory	– IBM and Maersk	– Tracking of containers during the shipping process
	– Provenance	– Recording of all important product information throughout the entire supply chain
	– Everledger	– Registers certifications and transaction history of diamonds on blockchain
Internet of Things and Industry 4.0 applications	– Factom Iris	– IoT device identification over blockchain
	– Super Computing Systems	– Sensors that timestamp data on the blockchain to save them from manipulation
	– Tile Data Processing – tilepay	– Marketplace to allow customers to sell their data from IoT devices
	– IOTA	– Cryptocurrency and blockchain protocol especially developed to meet the demands for IoT applications
	– IBM Watson IoT	– Platform to save selected IoT data on a private blockchain and share it with all involved business partners
3D printing	– Genesis of Things	– Platform to enable 3D printing via smart contracts
	– Moog Aircraft Group	– Ensuring safe 3D-printing of aircraft parts via blockchain

*Overview of blockchain use cases in the manufacturing industry*<sup>162</sup>

161 Philipp Sandner, directeur du Blockchain Center de l'École de finance et de management de Francfort. Source : <https://medium.com/@philippsandner/application-of-blockchain-technology-in-the-manufacturing-industry-d03a8ed3ba5e>

162 Philipp Sandner. Op. cit.

## Les outils et méthodes de l'efficacité opérationnelle des entreprises industrielles et de leurs filières

L'efficacité opérationnelle renvoie aux pratiques de gestion industrielle ; elle recouvre plusieurs types d'outils ou de méthodes : PLM, ERP, CIM, MES pour n'en citer que les principaux. Certains ne correspondent pas des concepts nouveaux mais l'arrivée des technologies 4.0 comme l'IloT, les données massives, l'intelligence artificielle, ouvre de nouvelles perspectives qui peuvent être assez révolutionnaires. Toutes les PME industrielles ne sont pas, tant s'en faut, au même niveau d'intégration de ces outils.

La mise en place ou l'extension ou l'amélioration d'un système de Gestion du cycle de vie des produits ou *Product Lifecycle Management* (PLM) est un point de passage essentiel. Le PLM doit être en mesure de gérer de nouveaux produits et services de plus en plus complexes. Il doit intégrer de nouveaux métiers. Il doit recouvrir désormais « l'entreprise étendue » en intégrant les contraintes des partenaires, fournisseurs, cotraitants et clients. Le PLM est une plate-forme qui va permettre d'unifier les informations et les rendre largement accessibles en interne et en externe dans la filière.

La mise en place d'ERP (ou PGI) est déjà ancienne. Un *Enterprise Resource Planning* (ou Progiciel de Gestion Intégré) est un système d'information qui permet de gérer et suivre au quotidien, l'ensemble des informations et des services opérationnels d'une entreprise. Il s'appuie sur une base de données commune à tous les services de l'entreprise et permet de gérer l'ensemble des processus de celle-ci. Avec l'arrivée des données massives, des objets communicants, etc. il prend une nouvelle ampleur.

La production intégrée par ordinateur ou Computer Integrated Manufacturing (CIM) décrit l'automatisation des procédés de fabrication et en permet le pilotage. « Le CIM intègre les équipements de conception assistée par ordinateur (CAO ou CAD/CAM, computer-aided design/computer-aided manufacturing), d'ateliers flexibles, de centres d'usinage à commande numérique (CNC), de progiciel de gestion intégré (PGI/ERP, ou plutôt de MRP2 pour

material requirement planning ou encore de gestion de production assistée par ordinateur (GPAO) — comme on avait coutume de nommer cette fonction dans les années 1970 et 1980, — les applications ERP de stockage et de manutention automatisés ainsi que de méthodologies conceptuelles d'intégration de ces composants à l'intérieur d'un système global d'information de l'entreprise. »<sup>163</sup>

La mise en place d'un système de Gestion des processus industriels ou Manufacturing Execution System (MES) complète, au cœur des ateliers, le système intégré de gestion industrielle. « Le MES peut être défini comme un système d'exécution, de gestion et de suivi des productions en cours dans l'atelier. Son rôle est de superviser machines et opérateurs avec une traçabilité complète des informations de fabrication. Le MES suit le schéma « *Connaître, Analyser et Améliorer* », commun à toutes les démarches d'amélioration continue. Interfacé avec tous les moyens de production connectés, le MES guide et réagit instantanément aux activités de l'atelier. Il est le point central de toutes les données d'exécution, chargé de transmettre la bonne information au bon moment, aussi bien aux hommes (Instructions de travail, traçabilité demandée, avancement des ordres de fabrication...) qu'aux machines (start/stop, paramètres d'usinage, statut pièces...). En capitalisant toutes les données de production en temps réel, le MES détient une vue sur les encours et rendement des ordres de fabrication avec une granularité de l'ordre de la minute, ce qui en fait l'outil complémentaire de l'ERP par excellence. »<sup>164</sup> Comme pour les autres outils ou méthodes (PLM, ERP, CIM), l'arrivée de l'internet industriel des objets, des données massives et de l'intelligence artificielle a un impact considérable sur le MES. Les compétences pour le concevoir, l'implémenter et, dans les PME industrielles, le faire fonctionner, sont à adapter.

---

163 Source: Wikipedia. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Computer-integrated\\_manufacturing](https://fr.wikipedia.org/wiki/Computer-integrated_manufacturing)

164 Source: Infodream. <https://infodreamgroup.fr/logiciel-mes/>



## Liste des personnalités rencontrées

Jérôme Akmouche, directeur général du Syndicat national du décolletage (SNDEC)

Jean-Marc André, directeur général du pôle de compétitivité Mont-Blanc Industries

Frédéric Barillier, responsable formation au Cetim/CTDEC (Centre technique du décolletage)

Lionel Baud, président-directeur général de Baud Industries

Roland Blanpain, ancien chef du département systèmes, CEA Tech

Benoît Bourg, directeur des ressources humaines du groupe Thuasne

Christophe Catoir, président d'ADECCO France

Bruno Chavagneux, directeur d'ISTP Entreprises

David Derré, directeur emploi-formation de l'UIMM

Philippe Dujaric, directeur emploi formation du GIFAS

Bernard Espannet, secrétaire général du Groupe des équipements aéronautiques et de défense et du Comité Aéro PME

Cyril Faure, directeur général de l'Institut supérieur des techniques de la performance (ISTP) et de l'Institut régional universitaire polytechnique (IRUP) à Saint-Étienne

Pascal Feuilletaud, chef de travaux, Lycée des métiers Charles Poncet à Cluses

Thierry Feutry, proviseur du lycée du Mont-Blanc et René Dayve, référent technologique du campus des métiers et qualifications mécanique connectée

Didier Hildenbrand, directeur du pôle lorrain de l'ameublement et du bois (PLab)

Patrice Laurent, responsable département R & D Innovation et Pascal Roger, responsable commercial, Cetim-Ctdec à Cluses

Fanny Letier, directrice executive fonds propres PME et coordination de l'accompagnement de Bpifrance

Laurent Manach, directeur général du pôle de compétitivité EMC2 et directeur général adjoint de l'IRT Jules Verne

François Pellerin, directeur du projet Usine du futur, Région Nouvelle Aquitaine

Didier Pinel, conseiller technique du recteur de l'académie de Grenoble, formation et coordination des campus des métiers et qualifications

Etienne Piot, vice-président du pôle de compétitivité Mont-Blanc Industries

Marie-Pierre Porret, directrice opérationnelle du campus de métiers et qualifications mécanique connectée, lycée des métiers Charles Poncet à Cluses

Grégoire Postel-Vinay, responsable de la mission stratégie, direction générale des entreprises

Pascal Ray, directeur de l'École nationale supérieure des mines de Saint-Étienne (ENSMSE)

Daniel Richet, directeur du développement national et international du Cetim

Loïc Roger, PDG de LA BEVA Nutrition<sup>165</sup>

Joël Ruiz, directeur général de AGEFOS-PME

Jérôme Sicard, directeur R&D au centre technique de la plasturgie et des composites

Franck Simon, responsable thématique procédés avancés de fabrication et Ingénierie des surfaces du Pôle de compétitivité ViaMéca

Thierry Uring, délégué général de l'UDIMEC Isère

Gaël Vignon, PDG de VIF, éditeur de logiciels alimentaires<sup>165</sup>

Dominique Weber, PDG de Weber Industries et président de l'union nationale des industries françaises de l'ameublement (UNIFA)

---

165 Ces dirigeants de PME avaient été rencontrés par Jean-Claude Raoul, membre de l'Académie des technologies, dans le cadre de la préparation du rapport sur l'industrie du futur. Leurs contributions ont aussi été utiles ici.

## Membres du groupe de travail de l'Académie des technologies

***(Commission Éducation formation emploi territoires)***

Le groupe de travail, dont les réflexions ont abouti au présent rapport, est une émanation de la commission *Éducation, formation, emploi et territoires* (EFET). Il est composé de :

Alain Cadix, rapporteur,

Bruno Dubost,

Philippe Jamet,

Paul Parnière,

André Pineau,

Thierry Weil,

et

Jean-Pierre Chevalier, professeur titulaire de chaire du Cnam, membre associé de la commission EFET.

Avec le concours de :

Mathieu Malaquin, ingénieur de recherche *Emploi formation territoires* à l'Académie.



## Repères bibliographiques

### *Ouvrages, rapports et sites officiels, articles*

- Alliance Industrie du Futur.** Site : <http://www.industrie-dufutur.org/>
- Berger F.** (2016), France-Allemagne : stratégies industrielles comparées sur longue durée (HAL, archives-ouvertes)
- Berger S.** (2016), *Reforms in the French Industrial Ecosystem* (Rapport au gouvernement).
- Blanchet M.** (2016), Industrie 4.0, nouvelle donne industrielle, nouveau modèle économique (Lignes de repères).
- Fim** (2016), Guide pratique de l'usine du futur, enjeux et panorama de solutions.
- Godet M.** (2016), Bonnes nouvelles des territoires (Odile Jacob).
- Hatchuel A.** (2015). De l'industrie aux nouvelles « industriations » in L'industrie notre avenir, Colloque de Cerisy, sous la direction de Veltz P. et Weil T. (Eyrolles. La Fabrique de l'industrie).
- Kohler D., Weisz J-D.** (2016), Les défis de la transformation numérique du modèle industriel allemand (La Documentation française)
- Landier H.** (2016), Pour penser l'entreprise de demain (Futuribles. N° 412)
- Malier Y.** (2017), Reconnecter la formation à l'emploi (Presses des Mines, Libres opinions)
- Ministère de l'économie.** Nouvelle France Industrielle : <https://www.economie.gouv.fr/nouvelle-france-industrielle/accueil>
- Portnoff A-Y.** (2015), Comment produirons-nous demain ? Les entreprises

au défi des innovations techniques et socio-organisationnelles (Futuribles. N° 409)

**Portnoff A-Y.** (2016), 7 défis pour les entreprises et le travail (Futuribles. N° 415)

**Segrestin B., Hatchuel A.** (2012), Refonder l'entreprise (Éditions du Seuil).

**Silva F., Lacan A.** (2015), Le renouvellement des pratiques managériales (Futuribles. N° 408)

**Syntec Numérique** (2016), Transformer l'industrie par le numérique (Livre blanc Industrie du futur)

**Veltz P.** (2017), La Société hyper-industrielle - Le nouveau capitalisme productif (Éditions du Seuil)

**Veltz P., Weil T.** [sous la direction de] (2014), L'industrie, notre avenir. Colloque de Cerisy (Eyrolles. La Fabrique de l'industrie).

*Sources actives concernant l'industrie du futur*

— ACADÉMIE DES TECHNOLOGIES

- Des relations entre entreprises et recherche extérieure (2008)
- Libérer l'innovation dans les territoires — avec DATAR et CAÉ — (2010)
- PME, technologie et développement (2010)
- La renaissance de l'industrie (2014)
- Big data : un changement de paradigme peut en cacher un autre (2015)
- Quelques réflexions sur la question de l'appropriation des technologies (2016)
- Innovation ouverte et PME (2017)
- Innovation-Croissance-Emploi : révolution numérique et emploi (2017)
- Industrie du futur : du système technique 4.0 au système social
- Recommandations pour développer et valoriser la formation professionnelle initiale et continue (2017)
- Technologies et territoires d'innovation (2018).

- **Acatech (Allemagne)**
  - *Industrie 4.0. International Benchmark, Options for the Future and Recommendations for Manufacturing Research* (2016)
  - *Industrie 4.0 in a Global Context. Strategies for Cooperating with International Partners* (2016)
  - *Industry 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies* (2017)
  
- **Conseil National du Numérique (CNNum)**
  - Travail, emploi, numérique : les nouvelles trajectoires (Janvier 2016)
  - Croissance connectée. Les PME contre-attaquent. Benchmark international (Mars 2017)
  - Croissance connectée. Les PME contre-attaquent. Recommandations détaillées (Mars 2017)
  
- **LA FABRIQUE DE L'INDUSTRIE**
  - L'industrie jardinière du territoire (Étude. Mai 2014)
  - Mutations industrielles et évolution des compétences (Les synthèses. N°5. Avril 2016)
  - Travail industriel à l'ère du numérique. Se former aux compétences de demain (Les notes de la Fabrique, Presse des mines. 2016)
  - Les emplois exposés et abrités en France (Les synthèses. N°9. Septembre 2016)
  - Réduire le chômage non qualifié : oui, mais à quel prix ? (Les synthèses. N°10. Décembre 2016)
  
- **FRANCE STRATÉGIE**
  - Dynamiques et inégalités territoriales (Synthèse des débats. Septembre 2016)
  - Dynamique de l'emploi et des métiers : quelle fracture territoriale ? (La note d'analyse. Février 2017)

*LA MONTÉE EN COMPÉTENCES TECHNOLOGIQUES DES PME  
LE CAS DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES*

- Évaluation de la politique des pôles de compétitivité : la fin d'une malédiction ? (Document de travail. Février 2017)
- Imaginer l'avenir du travail. Quatre types d'organisation du travail à l'horizon 2030 (Document de travail. Avril 2017)
- Le travail en 2030. Ce que nous annoncent les mutations dans l'organisation du travail (Note de synthèse. Avril 2017)
- Vision prospective partagée des emplois et des compétences (VPPEC), la filière numérique (avec le Céreq, 2017)

## Liste des abréviations et sigles utilisés

AFEST	Action de formation en situation de travail
AIF	Alliance Industrie du Futur
AMI	Appel à manifestation d'intérêt
BDLI	Deutsche Luft- und Raumfahrtindustrie, homologue allemand du GIFAS
BTS	Brevet de technicien supérieur
CAD/CAM	Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing
CAE	Conseil d'analyse économique
CAO	Conception assistée par ordinateur
CCI	Chambre de commerce et d'industrie
CE	Comité d'entreprise
CEA	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
CEREQ	Centre d'études et de recherche sur l'emploi et les qualifications
CETIM	Centre technique des industries mécaniques
CFA	Centre de formation d'apprentis
CFAO	Conception et fabrication assistées par ordinateur
CFDT	Confédération française démocratique du travail
CGEIET	Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies
CGET	Commissariat général à l'égalité des territoires
CHSCT	Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CMQ	Campus des métiers et des qualifications
CNC	Centres d'usinage à commande numérique
CNI	Conseil national de l'industrie
CNNum	Conseil national du numérique
COE	Conseil d'orientation pour l'emploi

*LA MONTÉE EN COMPÉTENCES TECHNOLOGIQUES DES PME  
LE CAS DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES*

CPC	Commission professionnelle consultative
CQP	Certificat de qualification professionnelle
CTDEC	Centre technique du décolletage
DARES	Direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques
DATAR	Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale, devenu CGET
DEST	Diplôme d'études supérieures en technologie
DGEFP	Délégation générale à l'emploi et à la formation professionnelle
DIRECCTE	Direction régionale des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi
DRH	Direction (ou directeur) des ressources humaines
DUT	Diplôme universitaire de technologie
ECTS	European Credit Transfer and accumulation System
EDEC	Engagement de développement de l'emploi et des compétences
ENSMSE	École nationale supérieure des mines de Saint-Etienne
ERP	Enterprise Resource Planning
ETI	Entreprise de taille intermédiaire
ETP	Équivalents temps plein.
FCIL	Formation complémentaire d'initiative locale
FEDER	Fond européen de développement régional
FIM	Fédération des industries mécaniques
GE	Grande entreprise
GIFAS	Groupement des industries françaises aéronautiques et spatiales
GPAO	Gestion de production assistée par ordinateur
GPEC	Gestion prévisionnelle des emplois et des compétences
GRETA	Groupement d'établissements (publics, locaux, d'enseignement)
GTEC	Gestion territoriale des emplois et des compétences
IA	Intelligence artificielle
IIoT	Industrial Internet of Things
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
IRUP	Institut régional universitaire polytechnique

*LISTE DES ABRÉVIATIONS ET SIGLES UTILISÉS*

ISTP	Institut supérieur des techniques de la performance
IUT	Institut universitaire de technologie
KMU	Kleinen und Mittleren Unternehmen, équivalent de PME en Allemagne
MES	Manufacturing Execution System
MIC	Micro-entreprise
MOOC	Massive Open Online Course
MRP	Material Requirement Planning
MRS	Méthode de recrutement par simulation
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OPCA	Organisme paritaire collecteur agréé, appelé à devenir opérateur de compétences
OPCO	Opérateur de compétences
PGI	Progiciel de gestion intégré
PLab	Pôle lorrain de l'ameublement et du bois
PLM	Product Lifecycle Management
RA	Réalité augmentée
RAFAM	Rhône Alpes Auvergne Fabrication Additive Métallique
R&D	Recherche et développement
RH	Ressources humaines
ROI	Return On Investment
RM	Réalité mixte
RP	Responsable du personnel
RRH	Responsable des ressources humaines
RSSI	Responsable de la sécurité des systèmes d'information
RV	Réalité virtuelle
SNDEC	Syndicat national du décolletage
SYMOP	Syndicat des machines et technologies de production
TIC	Technologies de l'information et de la communication
TPE	Très petites entreprises (ou MIC)
TRL	Technology Readiness Level
UDIMEC	Union des industries et métiers de la Métallurgie de l'Isère

*LA MONTÉE EN COMPÉTENCES TECHNOLOGIQUES DES PME  
LE CAS DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES*

<b>UIMM</b>	Union des industries et des métiers de la métallurgie
<b>UNIFA</b>	Union nationale des industries françaises de l'ameublement
<b>VAE</b>	Validation des acquis de l'expérience
<b>VPPEC</b>	Vision prospective partagée des emplois et des compétences

# Table des matières

Avant-propos — La construction d'un triptyques

Les destinataires de ces réflexions 7

Synthèse du rapport 9

1<sup>re</sup> partie : les processus de montée en compétences  
des PME industrielles 11

2<sup>e</sup> partie : les facteurs endogènes de la montée en  
compétences des PME industrielles 13

3<sup>e</sup> partie : Les facteurs exogènes de la montée  
en compétences des PME 16

I. Au niveau de l'État 16

II. Au niveau des écosystèmes intermédiaires ou régionaux et  
des écosystèmes locaux 19

III. Au niveau des clusters 22

IV. Le système de la formation professionnelle 23

V. L'accompagnement personnalisé des acteurs 25

Principales recommandations 27

<b>Introduction</b>	<b>33</b>
Notre industrie va mieux	34
Notre industrie est très fragile	35
<b>Première partie</b>	<b>45</b>
<b>Les processus de montée en compétences technologiques des PME</b>	<b>45</b>
1.1 — Les fondements, ou les justifications, d'une montée en compétences d'une PME peuvent être exogènes ou endogènes	46
1.1.1 — Les variables exogènes	48
1.1.2 — Les variables endogènes	48
1.1.3 — La nécessaire réaction des PME menacées	50
1.2 — La diversité des compétences à développer	53
1.2.1 — La grande variabilité des situations	53
1.2.2 — La nécessité des multicompétences au sein des PME	58
1.2.3 — Les compétences collectives et individuelles renvoient des unes aux autres	64
<b>Deuxième partie — Les facteurs endogènes de la montée en compétences des PME</b>	<b>67</b>
2.1 — L'appropriation	67
2.2 — Les processus de numérisation et le projet stratégique des PME industrielles	70

## TABLE DES MATIÈRES

2.3 — Le rôle crucial des chefs d'entreprise	72
2.4 — Vaincre les résistances au changement	78
2.5 — Le problème des compétences	82
2.5.2 — L'importance de la formation dans la montée en compétence des entreprises	84
2.5.3 — Le recrutement est l'autre levier de renforcement et d'adaptation du capital humain de l'entreprise.	87
2.6 — La qualité de vie et la santé au travail	90
2.7 — L'importance de la fonction RH dans les PME industrielles	93

## Troisième partie — Les facteurs exogènes de la montée en compétences des PME

95

3.1 — La multiplication des initiatives	95
3.1.1 — Le soutien du ministère du travail aux actions visant les PME	96
3.1.2 — L'action de Bpifrance	102
3.1.3 — La place des filières dans les politiques publiques	106
3.1.4 — Rôle des fédérations et des syndicats professionnels	112
3.1.5 — Les centres techniques industriels (CTI)	115
3.1.6 — Des organismes de recherche	121
3.2 — La mobilisation des régions	124
3.3.— Les initiatives locales	130
3.4 — L'effet <i>cluster</i>	137
3.4.1 — Rôle des pôles de compétitivité	137
3.4.2 — La relance des grappes d'entreprises	144
3.4.3 — Encourager toutes les initiatives	147
3.5 — Évolution du système de formation professionnelle	151
3.5.1 — L'adaptation continue du système de la formation	152
3.5.2 — Les établissements de formation professionnelle, vecteurs essentiels de la transformation du tissu industriel	153

LA MONTÉE EN COMPÉTENCES TECHNOLOGIQUES DES PME  
LE CAS DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES

3.5.3 — L'adaptation de l'offre d'enseignement aux besoins des PME	160
3.5.4 — Recherche d'outils et de méthodes pédagogiques adaptées	167
3.6 — La clé : l'accompagnement personnalisé, collectif ou individuel	173
<b>Conclusion</b>	<b>177</b>
Deux points à traiter pour le moyen terme	178
<b>Annexe — Survol des principales technologies 4.0 impactant les PME industrielles</b>	<b>179</b>
La robotique	179
Les data	181
L'intelligence artificielle (IA)	182
L'internet industriel des objets (IIoT)	182
La réalité virtuelle (RV), augmentée (RA) et la réalité mixte (RM)	183
La fabrication additive	183
La modélisation et la simulation	185
Les plates-formes numériques	185
Le recours à la <i>blockchain</i>	186
Les outils et méthodes de l'efficacité opérationnelle des entreprises industrielles et de leurs filières	188
Liste des personnalités rencontrées	191
Membres du groupe de travail de l'Académie des technologies	193

*TABLE DES MATIÈRES*

<b>Repères bibliographiques</b>	<b>195</b>
Ouvrages, rapports et sites officiels, articles	<b>195</b>
Sources actives concernant l'industrie du futur	<b>196</b>
<b>Liste des abréviations et sigles utilisés</b>	<b>199</b>



## PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE

### Avertissement

Les travaux de l'Académie des technologies sont l'objet de publications réparties en quatre collections<sup>1</sup> :

Les rapports de l'Académie : ce sont des textes rédigés par un groupe de l'Académie dans le cadre du programme décidé par l'Académie et suivi par le Comité des travaux. Ces textes sont soumis au Comité de la qualité, votés par l'Assemblée, puis rendus publics. On trouve dans la même collection les avis de l'Académie, également votés en Assemblée, et dont le conseil académique a décidé de la publication sous forme d'ouvrage papier. Cette collection est sous couverture bleue.

Les communications à l'Académie sont rédigées par un ou plusieurs Académiciens. Elles sont soumises au Comité de la qualité et débattues en Assemblée. Non soumises à son vote elles n'engagent pas l'Académie. Elles sont rendues publiques comme telles, sur décision du Conseil académique. Cette collection est publiée sous couverture rouge.

Les « Dix questions à... et dix questions sur... » : un auteur spécialiste d'un sujet est sélectionné par le Comité des travaux et propose dix à quinze pages au maximum, sous forme de réponses à dix questions qu'il a élaborées lui-même ou après discussion avec un journaliste de ses connaissances ou des collègues (Dix questions à...). Ce type de document peut aussi être rédigé sur un thème défini par l'Académie par un académicien ou un groupe d'académiciens (Dix questions sur...). Dans les deux cas ces textes sont écrits de manière à être accessibles à un public non-spécialisé. Cette collection est publiée sous une couverture verte.

Les grandes aventures technologiques françaises : témoignages d'un membre de l'Académie

<sup>1</sup> - Les ouvrages de l'Académie des technologies publiés entre 2008 et 2012 peuvent être commandés aux Éditions Le Manuscrit (<http://www.manuscrit.com>). La plupart existent tant sous forme matérielle que sous forme électronique.  
- Les titres publiés à partir de janvier 2013 sont disponibles en librairie et sous forme de ebook payant sur le site de EDP sciences (<http://laboutique.edpsciences.fr/>).  
À échéance de six mois ils sont téléchargeables directement et gratuitement sur le site de l'Académie.  
- Les publications plus anciennes n'ont pas fait l'objet d'une diffusion commerciale, elles sont consultables et téléchargeables sur le site public de l'Académie [www.academie-technologies.fr](http://www.academie-technologies.fr), dans la rubrique « Publications ». De plus, l'Académie dispose encore pour certaines d'entre elles d'exemplaires imprimés.

## LA MONTÉE EN COMPÉTENCES TECHNOLOGIQUES DES PME LE CAS DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES

ayant contribué à l'histoire industrielle. Cette collection est publiée sous couverture jaune.

Par ailleurs, concernant les Avis, l'Académie des technologies est amenée, comme cela est spécifié dans ses missions, à remettre des Avis suite à la saisine d'une collectivité publique ou par auto saisine en réaction à l'actualité. Lorsqu'un avis ne fait pas l'objet d'une publication matérielle, il est, après accord de l'organisme demandeur, mis en ligne sur le site public de l'Académie.

Enfin, l'Académie participe aussi à des co-études avec ses partenaires, notamment les Académies des sciences, de médecine, d'agriculture, de pharmacie...

Tous les documents émis par l'Académie des technologies depuis sa création sont répertoriés sur le site [www.academie-technologies.fr](http://www.academie-technologies.fr). La plupart sont peuvent être consultés sur ce site et ils sont pour beaucoup téléchargeables.

Dans la liste ci-dessous, les documents édités sous forme d'ouvrage imprimé commercialisé sont signalés par une astérisque. Les publications les plus récentes sont signalées sur le site des éditions. Toutes les publications existent aussi sous forme électronique au format pdf et pour les plus récentes au format ebook.

### Liste des publications

#### AVIS DE L'ACADÉMIE

1. Brevetabilité des inventions mises en oeuvre par ordinateurs : avis au Premier ministre – juin 2001
2. Note complémentaire au premier avis transmis au Premier ministre – juin 2003
3. Quelles méthodologies doit-on mettre en oeuvre pour définir les grandes orientations de la recherche française et comment, à partir de cette approche, donner plus de lisibilité à la politique engagée ? – décembre 2003
4. Les indicateurs pertinents permettant le suivi des flux de jeunes scientifiques et ingénieurs français vers d'autres pays, notamment les États-Unis – décembre 2003
5. Recenser les paramètres susceptibles de constituer une grille d'analyse commune à toutes les questions concernant l'énergie – décembre 2003
6. Commentaires sur le Livre Blanc sur les énergies – janvier 2004
7. Premières remarques à propos de la réflexion et de la concertation sur l'avenir de la recherche lancée par le ministère de la Recherche – mars 2004
8. Le système français de recherche et d'innovation (SFRI). Vue d'ensemble du système français de recherche et d'innovation – juin 2004
  - Annexe 1 – La gouvernance du système de recherche
  - Annexe 2 – Causes structurelles du déficit d'innovation technologique. Constat, analyse et proposition.
9. L'enseignement des technologies de l'école primaire aux lycées – septembre 2004
10. L'évaluation de la recherche – mars 2007
11. L'enseignement supérieur – juillet 2007
12. La structuration du CNRS – novembre 2008
13. La réforme du recrutement et de la formation des enseignants des lycées professionnels – Recommandation de l'Académie des technologies – avril 2009
14. La stratégie nationale de recherche et l'innovation (SNRI) – octobre 2009

## *PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE DES TECHNOLOGIES*

15. Les crédits carbone – novembre 2009
16. Réduire l'exposition aux ondes des antennes-relais n'est pas justifié scientifiquement : mise au point de l'Académie nationale de médecine, de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies – décembre 2009
17. Les biotechnologies demain – juillet 2010
18. Les bons usages du Principe de précaution – octobre 2010
19. La validation de l'Acquis de l'expérience (VAE) – janvier 2012
20. Mise en oeuvre de la directive des quotas pour la période 2013–2020 – mars 2011
21. Le devenir des IUT – mai 2011
22. Le financement des start-up de biotechnologies pharmaceutiques – septembre 2011
23. Recherche et innovation : Quelles politiques pour les régions ? – juillet 2012
24. La biologie de synthèse et les biotechnologies industrielles (blanches) – octobre 2012
25. Les produits chimiques dans notre environnement quotidien – octobre 2012
26. L'introduction de la technologie au lycée dans les filières d'enseignement général – décembre 2012
27. Évaluation de la recherche technologique publique – février 2013
28. L'usage de la langue anglaise dans l'enseignement supérieur – mai 2013
29. Les Académies d'agriculture, des sciences et des technologies demandent de restaurer la liberté de recherche sur les plantes génétiquement modifiées – mars 2014
30. La réglementation thermique 2012, la réglementation bâtiment responsable 2020 et le climat – novembre 2014
31. Les réseaux de chaleur – décembre 2014
32. Les enjeux stratégiques de la fabrication additive – juin 2015
33. Sur la loi relative à la "transition énergétique pour une croissance verte" – juin 2015
34. Les technologies et le changement climatique. Des solutions pour l'atténuation et l'adaptation – novembre 2015
35. Biodiversité et aménagement des territoires – décembre 2015
38. Aliments-santé. Implications pour l'industrie – mai 2016
39. Avis des Académies d'agriculture de France et des technologies sur la réglementation des mutagénèses ciblées en amélioration des plantes – juillet 2016
40. La détermination d'un prix de référence du carbone – janvier 2017
41. Modifier la réglementation thermique des bâtiments neufs afin de baisser les émissions de gaz à effet de serre au moindre coût – juillet 2017
42. Une stratégie robotique pour réindustrialiser la France – juillet 2017

## *RAPPORTS DE L'ACADÉMIE*

1. Analyse des cycles de vie – octobre 2002
2. Le gaz naturel – octobre 2002
3. Les nanotechnologies : enjeux et conditions de réussite d'un projet national de recherche – décembre 2002
4. Les progrès technologiques au sein des industries alimentaires – Impact sur la qualité des aliments / La filière lait – mai 2003

*LA MONTÉE EN COMPÉTENCES TECHNOLOGIQUES DES PME  
LE CAS DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES*

5. \*Métrologie du futur – mai 2004
6. \*Interaction Homme-Machine – octobre 2004
7. \*Enquête sur les frontières de la simulation numérique – juin 2005
8. Progrès technologiques au sein des industries alimentaires – la filière laitière, rapport en commun avec l'Académie d'agriculture de France – 2006
9. \*Le patient, les technologies et la médecine ambulatoire – avril 2008
10. \*Le transport de marchandises – janvier 2009 (version anglaise au numéro 15)
11. \*Efficacité énergétique dans l'habitat et les bâtiments – avril 2009 (version anglaise au numéro 17)
12. \*L'enseignement professionnel – décembre 2010 Appropriation des technologies.indd 50 26/05/2015
13. \*Vecteurs d'énergie – décembre 2011 (version anglaise au numéro 16)
14. \*Le véhicule du futur – septembre 2012 (publication juin 2013)
15. \*Freight systems (version anglaise du rapport 10 le transport de marchandises) – novembre 2012
16. \*Energy vectors – novembre 2012 (version anglaise du numéro 13)
17. \*Energy Efficiency in Buildings and Housing – novembre 2012 (version anglaise du numéro 11)
18. \*Les grands systèmes socio-techniques / Large Socio-Technical Systems – ouvrage bilingue, juillet 2013
19. \* Première contribution de l'Académie des technologies au débat national sur l'énergie / First contribution of the national academy of technologies of France to the national debate on the Future of energies supply – ouvrage bilingue, juillet 2013
20. Renaissance de l'industrie : construire des écosystèmes compétitifs fondés sur la confiance et favorisant l'innovation - juillet 2014
21. Le Méthane : d'où vient-il et quel est son impact sur le climat ? – novembre 2014
22. Impact des TIC sur la consommation d'Énergie à travers le monde – 2015)
23. Big data : un changement de paradigme peut en cacher un autre — décembre 2015
24. Le biogaz — mars 2016
25. Les technologies du changement climatique : des solutions pour l'atténuation et l'adaptation — Avril 2016
26. L'enseignement professionnel — mai 2016
27. La perception des risque — juin 2016
28. Les aliments santé : avancées scientifiques et implications industrielles — octobre 2016
29. Quel prix de référence du CO2 ? — mars 2017
30. Les technologies du changement climatique – des solutions pour l'atténuation et l'adaptation (addendum) — avril 2017
31. Innovation ouverte et PME — juin 2017
32. Innovation – Croissance – Emploi. *Rapport du séminaire 2016 de l'Académie des technologies septembre 2017*
33. Approche des processus fondamentaux de l'apprentissage – septembre 2017
34. Innovation, croissance, emploi — actes du séminaire annuel 2016 de l'Académie des technologies — septembre 2017
35. Recommandations pour valoriser la formation professionnelle initiale et continue — décembre 2017
36. Industrie du futur — décembre 2017

## PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE DES TECHNOLOGIES

37. Technologies et territoires d'innovation - Synthèse du séminaire annuel de l'académie des technologies 2017 — février 2018
38. Renouveau de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage automatique — mars 2018

### COMMUNICATIONS À L'ACADÉMIE

1. \*Prospective sur l'énergie au xxie siècle, synthèse de la Commission énergie et environnement – avril 2004, M&J décembre 2004
2. Rapports sectoriels dans le cadre de la Commission énergie et environnement et changement climatique :
  - Les émissions humaines – août 2003
  - Économies d'énergie dans l'habitat – août 2003
  - Le changement climatique et la lutte contre l'effet de serre – août 2003
  - Le cycle du carbone – août 2003
  - Charbon, quel avenir ? – décembre 2003
  - Gaz naturel – décembre 2003
  - Facteur 4 sur les émissions de CO<sub>2</sub> – mars 2005
  - Les filières nucléaires aujourd'hui et demain – mars 2005
  - Énergie hydraulique et énergie éolienne – novembre 2005
  - La séquestration du CO<sub>2</sub> – décembre 2005
  - Que penser de l'épuisement des réserves pétrolières et de l'évolution du prix du brut ? – mars 2007
3. Pour une politique audacieuse de recherche, développement et d'innovation de la France – juillet 2004
4. \*Les TIC : un enjeu économique et sociétal pour la France – juillet 2005
5. \*Perspectives de l'énergie solaire en France – juillet 2008
6. \*Des relations entre entreprise et recherche extérieure – octobre 2008
7. \*Prospective sur l'énergie au xxie siècle, synthèse de la Commission énergie et environnement, version française et anglaise, réactualisation – octobre 2008
8. \*L'énergie hydro-électrique et l'énergie éolienne – janvier 2009
9. \*Les Biocarburants – février 2010
10. \*PME, technologies et développement – mars 2010.
11. \*Biotechnologies et environnement – avril 2010
12. \*Des bons usages du Principe de précaution – février 2011
13. L'exploration des réserves françaises d'hydrocarbures de roche mère (gaz et huile de schiste) – mai 2011
14. \*Les ruptures technologiques et l'innovation – février 2012
15. \*Risques liés aux nanoparticules manufacturées – février 2012
16. \*Alimentation, innovation et consommateurs – juin 2012
17. Vers une technologie de la conscience – juin 2012
18. Les produits chimiques au quotidien – septembre 2012
19. Profiter des ruptures technologiques pour gagner en compétitivité et en capacité d'innovation – novembre 2012 (à paraître)

## *LA MONTÉE EN COMPÉTENCES TECHNOLOGIQUES DES PME LE CAS DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES*

20. Dynamiser l'innovation par la recherche et la technologie – novembre 2012
21. La technologie, école d'intelligence innovante. Pour une introduction au lycée dans les filières de l'enseignement général – octobre 2012 (à paraître)
22. Renaissance de l'industrie : recueil d'analyses spécifiques – juillet 2014
23. Réflexions sur la robotique militaire – février 2015
24. Le rôle de la technologie et de la pratique dans l'enseignement de l'informatique – novembre 2015
25. Le pétrole, quelles réserves, quelles productions et à quels prix ? - janvier 2017
26. L'incidence sur la santé humaine des différentes sources de production d'énergie électrique: évaluation sur les cinquante dernières années – juin 2017
27. Technologie et softpower – mai 2018

### *DIX QUESTIONS POSÉES À...*

1. \*Les déchets nucléaires – 10 questions posées à Robert Guillaumont – décembre 2004
2. \*L'avenir du charbon – 10 questions posées à Gilbert Ruelle – janvier 2005
3. \*L'hydrogène – 10 questions posées à Jean Dhers – janvier 2005
4. \*Relations entre la technologie, la croissance et l'emploi – 10 questions à Jacques Lesourne – mars 2007
5. \*Stockage de l'énergie électrique – 10 questions posées à Jean Dhers – décembre 2007
6. \*L'éolien, une énergie du <sup>xxi</sup> siècle – 10 questions posées à Gilbert Ruelle – octobre 2008
7. \*La robotique – 10 questions posées à Philippe Coiffet, version franco-anglaise – septembre 2009
8. \*L'intelligence artificielle – 10 questions posées à Gérard Sabah – septembre 2009
9. \*La validation des acquis de l'expérience – 10 questions posées à Bernard Decomps – juillet 2012
10. Les OGM - 10 questions posées à Bernard Le Buanec - avril 2014
11. \*Comment bien se nourrir en respectant la planète et notre santé ? - 10 questions posées à Pierre Feillet - juin 2016

### *GRANDES AVENTURES TECHNOLOGIQUES*

1. \*Le Rilsan – par Pierre Castillon – octobre 2006
2. \*Un siècle d'énergie nucléaire – par Michel Hug – novembre 2009

### *HORS COLLECTION*

1. Actes de la journée en mémoire de Pierre Faure et Jacques-Louis Lions, membres fondateurs de l'Académie des technologies, sur les thèmes de l'informatique et de l'automatique – 9 avril 2002 avec le concours du CNES
2. Actes de la séance sur "Les technologies spatiales aujourd'hui et demain" en hommage à Hubert Curien, membre fondateur de l'Académie des technologies – 15 septembre 2005
3. Libérer Prométhée – mai 2011

CO-ÉTUDES

## PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE DES TECHNOLOGIES

1. Progrès technologiques au sein des industries alimentaires – La filière laitière. Rapport en commun avec l'Académie d'agriculture de France – mai 2004
2. Influence de l'évolution des technologies de production et de transformation des grains et des graines sur la qualité des aliments. Rapport commun avec l'Académie d'agriculture de France – février 2006
3. \*Longévité de l'information numérique – Jean-Charles Hourcade, Franck Laloë et Erich Spitz. Rapport commun avec l'Académie des sciences – mars 2010, EDP Sciences
4. \*Créativité et Innovation dans les territoires – Michel Godet, Jean-Michel Charpin, Yves Farge et François Guinot. Rapport commun du Conseil d'analyse économique, de la Datar et de l'Académie des technologies – août 2010, la Documentation française
5. \*Libérer l'innovation dans les territoires. Synthèse du Rapport commun du Conseil d'analyse économique, de la Datar et de l'Académie des technologies. Créativité et Innovation dans les territoires Édition de poche – septembre 2010 – réédition novembre 2010 à la Documentation française
6. \*La Métallurgie, science et ingénierie – André Pineau et Yves Quéré. Rapport commun avec l'Académie des sciences (RST) – décembre 2010, EDP Sciences.
7. Les cahiers de la ville décarbonée en liaison avec le pôle de compétitivité Advancity
8. Le brevet, outil de l'innovation et de la valorisation – Son devenir dans une économie mondialisée – Actes du colloque organisé conjointement avec l'Académie des sciences le 5 juillet 2012 éditions Tec & doc – Lavoisier
9. Quel avenir pour les biocarburants aéronautiques ? – Rapport commun avec l'Académie de l'Air et de l'Espace – juillet 2015
10. La mise en œuvre en France des techniques de séquençage de nouvelle génération. Rapport commun avec l'Académie de médecine – février 2016
11. Rapport conjoint de l'Académie de médecine et de l'Académie des technologies *Le passage à l'échelle industrielle de la production des cellules souches humaines à usage thérapeutique* – décembre 2017
12. Rapport commun de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies *Stratégie d'utilisation des ressources du sous-sol pour la transition énergétique française – Les métaux rares*. Mai 2018
13. Académie des technologies, ANRT, rapport de synthèse *Appui à la stratégie nationale de la recherche sur l'énergie (SNRE)* –

