ACADÉMIE DES TECHNOLOGIES

POUR UN PROGRÈS RAISONNÉ, CHOISI ET PARTAGÉ

Industrie du futur : du système technique 4.0 au système social

Rapport de l'Académie des technologies

Rapporteur : Alain Cadix

décembre 2017

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
www.academie-technologies.fr

©Académie des technologies 2017

ISBN :979-10-97579-03-6

Industrie du futur

du système technique 4.0 au système social

Plan

Avant-propos 7

Recommandations 13

Synthèse 17

Panorama général introductif 29

Industrie du futur et
futur du système social 49

Management et organisation des entreprises pour l'industrie
du futur 57

Une gestion prévisionnelle adéquate des emplois et
des compétences 69

Industrie du futur et formation professionnelle tout au
long de la vie 85

Industrie du futur et aménagement du territoire 111

De l'industrie du futur à la société du futur 125

Annexes 129

Annexe 1 – Alliance Industrie du Futur : une initiative à renforcer 129

Annexe II – Comment se situe la France ? Perspectives de l'OCDE sur les compétences 2017 Conseils aux politiques en résultant 137

Contributeurs 143

Repères bibliographiques 147

Liste des index ou classements utilisés dans le rapport 157

Liste des abréviations et sigles utilisés 163

Publications de l'Académie 165

Avant-propos

Le dessein de ce rapport de l'Académie des technologies est de faire un point sur les enjeux sociaux de l'industrie du futur et les réponses qui peuvent être données pour y faire face, dans les entreprises, par les organismes de formation, dans les territoires.

Nous ne traitons pas ici du dernier état de l'art des technologies qui fondent l'industrie du futur, dont certaines, transversales, concernant tous les secteurs d'activité, sont nommées technologies 4.0. Nous traitons ici des conditions de leur diffusion dans les entreprises industrielles, de leurs effets à divers niveaux de la société et des organisations ; nous nous intéressons au rôle du système de formation initiale et continue et à la place des territoires et des écosystèmes territoriaux pour assurer la métamorphose de l'industrie et des services à l'industrie[1].

1 Remarque générale : ce rapport se veut systémique, au sens d'une mise en système de l'environnement social où s'insère l'industrie du futur. Il peut paraître à certains égards, à certains moments, général, c'est le risque d'une approche qui veut embrasser un système large et complexe. Mais il serait encore plus risqué, nous semble-t-il, de ne traiter qu'une partie du système, toutes autres choses restant égales par ailleurs. Car ce ne sera pas ainsi dans les faits, sur le terrain. Ainsi, certaines réflexions, remarques, propositions, ne concernent pas que l'industrie du futur ; mais ne pas les formuler aurait conduit à des impasses risquées pour une bonne compréhension des enjeux et une bonne appréhension des réponses en regard. La mise en système fait, par ailleurs, que chaque chapitre renvoie à d'autres parties du rapport, même si nous avons voulu donner à chaque chapitre une certaine autonomie.

Bâtir l'industrie du futur dans notre pays n'est pas un chantier facile[2]. L'industrie en France traverse, en effet, une phase de sévères difficultés. L'amélioration conjoncturelle en 2017 est loin de permettre de compenser des années de repli[3]. La désindustrialisation a été d'une grande ampleur au cours des dernières décennies, elle a été amplifiée par une reconfiguration des chaînes de valeur dont des éléments ont été transférés dans des pays perçus comme plus compétitifs. Des territoires se sont vidés de leurs sources de richesses et le chômage y a crû fortement. Et, dans le même temps, de nombreux métiers restent en tension, faute de candidats pour les emplois offerts. Bien entendu, d'une filière à une autre, d'une branche à une autre, d'un territoire à un autre, la situation n'est pas la même. Avec des évolutions diverses, l'aéronautique, l'automobile, les industries agroalimentaires, les industries du luxe, les industries créatives, les industries des grands systèmes (défense, communication, transport, énergie…) tirent assez bien, dans l'ensemble, leur épingle du jeu, avec néanmoins quelques ratés spectaculaires. Par ailleurs, les grandes métropoles attirent de plus en plus d'entrepreneurs, de chercheurs, d'investisseurs.

Mais la situation est préoccupante dans un bon nombre de secteurs où notre offre n'est plus adaptée ou n'existe pratiquement plus (exemples : tous les produits électroniques grand public pour lesquels la demande intérieure est forte ; les équipements industriels et de laboratoire ; les motocycles ; etc.).

Globalement, l'offre industrielle française ne paraît plus en ligne avec la demande, notamment grand public : chaque fois que la consommation repart, les importations de biens bondissent. La balance commerciale pré-

2 Ce chantier ne semble être aisé dans aucun pays, tant il bouleverse l'existant. Même en Allemagne, pays en pointe au plan industriel, l'émergence de l'industrie 4.0 ne va pas de soi, beaucoup d'entreprises du *Mittelstand* ne sont pas encore acquises à cette cause.

3 Voir *La France recrée des usines*. Le Monde daté du 29 septembre 2017. « Au cours des huit premiers mois de 2017, 87 annonces de création de site industriel ont été recensées (…) et seulement 61 fermetures. (…) En moyenne, les nouvelles usines françaises correspondent (…) à un investissement unitaire de 10 millions d'euros, pour une cinquantaine d'emplois ».

sente un déficit endémique, même quand les cours des matières premières et des monnaies nous sont favorables. Les raisons en sont diverses, les principales sont à chercher du côté d'un défaut d'investissement chronique et d'un manque de compétitivité prix et hors-prix ; la seconde ayant été notoirement délaissée ou mal traitée.

> Construire une industrie du futur c'est d'abord répondre aux demandes des marchés intérieurs et mondiaux, en proposant une offre de produits/services séduisants et compétitifs.

Pourtant les atouts de notre pays sont réels : de grandes entreprises et des entreprises de taille intermédiaire particulièrement performantes (ce qui montre qu'elles ont su adapter leur offre et mobiliser les compétences requises, mais pas uniquement en France puisque beaucoup ont une emprise mondiale), un tissu particulièrement dynamique de start-up avec leurs écosystèmes, des institutions financières solides dans l'ensemble, des écoles d'ingénieurs de grande qualité, des organismes et universités de recherche remarquables, des métropoles dynamiques, etc.

Il convient de citer aussi une école mathématique hors pair, dont l'excellence rejaillit sur d'autres champs scientifiques et sur divers domaines technologiques, notamment sur la chaîne informatique qui va de l'informatique théorique jusqu'au génie logiciel, à un moment où cette discipline prend, plus que jamais, une importance stratégique.

▶ Comment soutenir l'industrie du futur ?

Dans ce contexte de grande fragilité de notre industrie, notamment du côté des PME, en particulier sur des territoires en repli, préparer l'avènement de l'industrie du futur pour beaucoup de responsables économiques et politiques, c'est d'abord donner un second souffle à l'industrie du présent, lui permettre de recruter les collaborateurs dont elle a besoin. Cela doit aller bien au-delà.

La réindustrialisation, le *redressement productif*, comme il fut dit en un

temps, ne consiste pas uniquement à renouveler l'industrie présente (il faut le faire, bien sûr) mais aussi à inventer et à faire advenir un ***nouveau monde industriel***[4], en phase avec les marchés, dans lequel nos atouts pourront s'exprimer pleinement.

L'industrie du futur – la *renouvelée* comme la *nouvelle* – présentera des caractéristiques humaines, sociales, organisationnelles, managériales que nous pouvons décrire. Elle aura des exigences en termes de flexibilité, de réactivité des systèmes, en termes de compétences et de mobilité des acteurs, que nous pouvons assez bien anticiper. Cet exercice permet de mettre en lumière des ***faiblesses sociétales*** de notre pays qui seraient, sans correction, des obstacles à son développement. C'est pourquoi le lecteur de notre rapport pourra avoir le sentiment que, reprenant une expression familière, nous éclairons la partie vide du *flacon sociétal* plutôt que sa partie pleine. C'est que, en effet, ne pas le remplir *plus* nous conduirait à l'échec ou, à tout le moins, nous entraverait.

Le lecteur pourra aussi trouver que le rapport est par trop *franco-français*, regrettant que **la dimension européenne** n'y soit pas plus présente. L'industrie du futur passe, en effet, par un effort coordonné des pays européens et par un soutien de la Commission. Mais autant cela est pertinent en matière de recherche-développement et d'innovation, de normalisation, d'évolution des règles concurrentielles, de financement de l'investissement des PME (via la Banque européenne d'investissement), de développement économique en général, autant le rôle de l'Union européenne devient plus marginal quand on s'intéresse, comme ici, aux seuls aspects sociétaux et sociaux, du moins avec les répartitions actuelles de responsabilités.

Le droit du travail et les réglementations sociales, par exemple, sont essentiellement nationaux même si certaines directives les impactent. Les traits de la société abordés dans ce rapport, que reflètent des classements

4 Expression introduite par Bernard Stiegler ; il fut l'initiateur en 2006 des *Entretiens du nouveau monde industriel* organisés alors par le Centre Pompidou / IRI, l'ENSCI – Les Ateliers et Cap Digital.

ou des index que nous verrons plus loin, sont français. Ces caractéristiques ne se retrouvent pas dans d'autres pays, qui sont donc mieux classés (cas de la *flexisécurité* par exemple). Les cultures sociales des pays, les structures et les situations économiques et technologiques des tissus industriels, les organisations et responsabilités des pouvoirs publics dans les principaux pays d'Europe, sont différentes des nôtres, c'est pourquoi des mesures à caractère social ou sociétal prises en Allemagne, aux Pays-Bas, en Suède, en Grande-Bretagne, etc., ne sont pas aisément transférables en France[5].

Par ailleurs, les pays européens sont responsables de leurs systèmes d'éducation et de formation, même s'ils reçoivent le soutien de l'Union pour établir des objectifs communs et partager les bonnes pratiques. Bien sûr, des objectifs communs de formation liés à l'industrie du futur peuvent être fixés, ils le sont en partie. Bien sûr, le programme *Erasmus*, qui vise à accroître la mobilité des étudiants en Europe, est un dispositif qui ne peut que faciliter leur adaptation à une industrie du futur d'essence européenne et le nouveau programme *Erasmus+*, qui vise à lutter contre le chômage des jeunes en les aidant à améliorer leurs compétences et leurs capacités d'insertion professionnelle, ne peut que faciliter leur intégration dans le nouveau monde industriel. Mais en ces domaines sociétaux et sociaux, les responsabilités des pouvoirs publics français (État et Régions) restent prééminentes. Des exemples d'initiatives allemandes en formation professionnelle sont toutefois repris ici, des transpositions ont déjà eu lieu pour certaines d'entre elles (exemple des usines-écoles).

Pour conclure sur le volet européen, les fonds du FEDER, nous le disons dans le rapport, doivent soutenir de façon plus ciblée le développement de la nouvelle industrie sur les territoires fragilisés.

Enfin, avant d'entrer dans le vif du sujet, il convient de souligner que ce rapport se veut un *réservoir à idées d'actions* à la disposition de chacune

5 Dans tous les cas, une étude de faisabilité de transferts demanderait un travail approfondi d'analyses factorielles comparées, d'enquêtes sur les retours des politiques et des expériences, qui sortirait de l'épure du présent rapport et des moyens mobilisés.

des parties prenantes à l'industrie du futur, plus qu'un document prescriptif.

Des recommandations sont toutefois mises en avant. Certaines ne sont pas spécifiques à l'industrie et la débordent. Elles n'en demeurent pas moins essentielles car elles conditionnent l'émergence de l'industrie du futur.

Recommandations

Les principales cibles visées par ces recommandations sont l'État (É), les régions et les territoires (**R**) et les entreprises, leurs associations et leurs clusters (**E**).

É	R	E	◄ Cibles
• Quelques grands principes pour l'industrie du futur (pages 29+ et 49+)			
X	X	X	Avoir conscience, à tous niveaux, que l'adoption d'un système technique entraîne nécessairement l'adoption d'un système social, et inversement que l'état d'un système social détermine l'adoption d'un système technique. Envisager donc, ensemble, le technique, le social, le sociétal.
X	X		Faire du programme *Industrie du futur* un programme interministériel, associant étroitement et directement les Régions.
X	X	X	Intégrer que l'industrie du futur est pour une large part l'industrie présente qui doit se transformer dans un continuum et tendre vers un nouvel état (probablement instable).
X			Intégrer les réalités sociales du pays, ses traits culturels, son niveau général d'éducation.
X	X		Concilier la montée en flexibilité des organisations (des entreprises) avec la réduction de l'insécurité des parcours professionnels.
• Le management des entreprises de l'industrie du futur (pages 57+)			
X	X		Convaincre les chefs d'entreprise, en premier lieu les patrons de PME et d'ETI, qu'ils doivent s'engager personnellement dans ces mutations. Accompagner les directions d'entreprise.
		X	Prendre en compte, dans le management des entreprises, les aspirations des jeunes générations qui seront au cœur de l'industrie du futur.
X	X	X	Face à la complexité des situations, reconnaître la primauté de l'intelligence collective. Mettre en place un management collaboratif à tous niveaux.
		X	Mettre l'accent sur la qualité de vie et la santé au travail pour faciliter les mutations.
		X	Privilégier une logique préventive dans le management des organisations, des emplois et des compétences.

É	R	E	◄ Cibles
• La gestion des compétences au cœur des dispositifs de l'industrie du futur (pages 69+)			
		X	Donner un nouvel essor à la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences (GPEC) en l'adaptant au contexte de l'industrie du futur.
	X	X	Multiplier les exercices de *vision prospective partagée des emplois et des compétences* (VPPEC) par filière, par branche, par territoire, en croiser les résultats, les diffuser largement pour alimenter la GPEC des entreprises.
		X	Faire évoluer les compétences en management pour tenir compte des mutations technologiques mais aussi des changements dans les organisations.
X	X	X	Faire de l'accompagnement des actifs une exigence stratégique ; au-delà de sa dimension sociale.
X	X	X	Introduire le concept de *ressourcement des actifs* dans la politique d'adaptation des compétences.
		X	Mettre en place dans les entreprises une politique *RH 4.0*.
• La formation professionnelle pour accompagner l'industrie du futur (pages 85+)			
X	X		Donner au système de la formation professionnelle tout au long de la vie une réactivité et une flexibilité adaptées à l'instabilité des systèmes technico-économiques.
X			Passer, pour tous les niveaux de formation, d'un système d'habilitation des diplômes ou certifications à un système d'accréditation *a priori* des établissements de tous statuts, avec un renforcement du contrôle *a posteriori* et des sanctions.
X	X		Faire tomber les barrières entre divers sous-systèmes : (i) formation initiale / apprentissage / formation continue ; (ii) formations diplômantes / formations *certifiantes*. Créer des passerelles entre les sous-systèmes.
X	X		Mettre en place une gouvernance d'ensemble du système de la formation professionnelle sur les territoires. Aller jusqu'au bout de la régionalisation.
	X	X	Renforcer sur les territoires les campus des métiers et des qualifications, les campus professionnels, les réseaux d'établissements, en lien avec les clusters d'entreprises.
	X		Développer sur les territoires une offre significative de *formations complémentaires d'initiative locale,* permanentes ou éphémères, correspondant aux besoins spécifiques des entreprises.
X			Reconnaître le statut d'*entreprise formatrice* (labellisation) accompagné d'un crédit d'impôt spécifique.
X	X		Faire de la *transition éducative* une exigence au moins aussi importante que d'autres transitions (écologique, énergétique, numérique).
		X	Donner une plus grande place à la formation in situ, *au poste de travail*, que des avancées technologiques vont rendre plus efficiente.
		X	Favoriser simultanément les approches collectives (communautés apprenantes) en complément des approches individuelles assistées par les technologies
X	X		Soutenir le secteur des EdTech, en faire une filière de pointe de notre économie.

É	R	E	◄ Cibles
• Les dynamiques territoriales pour l'industrie du futur			**(pages 111+)**
X	X		Faire de l'industrie du futur, d'essence réticulaire, un levier d'aménagement des territoires.
X	X		Maintenir l'industrie sur les territoires. Créer une *nouvelle industrie* dans les zones rurales, les petites et moyennes villes.
	X	X	Développer des démarches de gestion territoriale des emplois et des compétences (GTEC), notamment sur ces territoires.
X	X		Accompagner les habitants de ces territoires pour qu'ils entrent dans la *nouvelle industrie.*
X	X	X	Développer l'usage des outils numériques d'aide au développement des connaissances et des compétences et la pratique des *communautés apprenantes.*
	X		Soutenir les PME dans leur transition technologique, leur montée en compétences. Changer d'échelle assez rapidement.
	X	X	Privilégier une approche par cluster. Relancer les grappes d'entreprises pour mutualiser des VPPEC sur les territoires et des actions de formation.
X	X		Donner aux régions la main sur la formation professionnelle d'intérêt régional.
X	X		Porter une attention soutenue aux actifs en situation de travail fragilisés par les transitions en cours.
X	X		Faire prendre en compte par les Contrats de plan régional de développement de l'orientation et des formations professionnelles (CPRDFOP) les exigences de l'industrie du futur.
• La communication			**(pages 49+ et 125+)**
X	X		Donner une image positive de l'industrie du futur. Réduire les imaginaires négatifs qu'elle véhicule.
X	X	X	Faire de la numérisation des *métiers industriels* un facteur d'amélioration de leur attractivité pour les jeunes générations.
X			Associer à cette communication sur l'image de l'industrie du futur le récit convaincant d'une rénovation stimulante du modèle social.
X	X		Faire porter la communication par des voix diverses et complémentaires. Associer les partenaires sociaux à ces actions de communication.

Synthèse

L'industrie du futur correspond à un nouveau système technique. Il est fondé, de façon non exclusive, sur un ensemble de technologies, souvent nommées technologies 4.0, correspondant à une **4e révolution industrielle**. Elles sont à divers niveaux de maturité – ou *Technology Readiness Level* (TRL) –, certaines sont déjà diffusées, mais de façon hétérogène, dans les entreprises[6]. **Ce système agrège les industries manufacturières, les industries de process et un pan important des services à l'industrie, les *High-Intensity Knowledge Services* (HIKS).** Il est étroitement lié au système académique (recherche et enseignement supérieur, formation professionnelle initiale et continue), qui est une partie du système social.

Deux remarques introductives sont à faire.

(i) L'industrie du futur correspond au futur de l'industrie présente, qui doit être mise à niveau après avoir pris du retard (vieillissement du parc industriel de machines, non-intégration de technologies nouvelles, etc.), mais cela va au-delà.

> L'industrie du futur est aussi, pour une part, l'industrie présente qui se transforme dans un continuum, par une mutation permanente, et tend vers un nouvel état.

6 Intelligence artificielle (IA), *big data*, robots et *cobots*, internet des objets, fabrication additive, simulation, réalité virtuelle et augmentée, plateformes collaboratives,…

(ii) L'industrie du futur présente d'autres caractéristiques que celle de mettre en œuvre des technologies 4.0 : elle est aussi une industrie frugale en matières premières ou ressources naturelles, elle utilise de nouveaux matériaux, elle emprunte de nouvelles voies technologiques (exemple : voie biotechnologique dans les industries de la santé ou l'industrie agroalimentaire), elle est une industrie qui concoure ou est soumise à la transition écologique, à la transition énergétique, voire une industrie réparatrice de la nature et qui, pour cela, innove et crée des emplois nouveaux.

Bien que l'industrie du futur ne se limite pas à l'industrie qui serait renouvelée ou créée par le recours aux technologies 4.0, nous choisissons ici de nous centrer sur les impacts sociaux et organisationnels du système technique industriel fondé sur ces technologies.

Bertrand Gille écrivait dans son ouvrage majeur Histoire des techniques[7] : « *Un système technique est l'ensemble des cohérences qui se tissent à une époque donnée entre les différentes technologies et qui constitue un stade plus ou moins durable de l'évolution des techniques. […]* ***L'adoption d'un système technique entraîne nécessairement l'adoption d'un système social afin que les cohérences soient maintenues*** ». Mais, inversement, l'état d'un système social a une influence certaine sur la mise en place et l'appropriation d'un nouveau système technique.

Ce rapport est structuré comme indiqué ci-après :

7 La Pléiade. 1978.

▶ Chapitre I

Nous ajoutons aux points cités dans le panorama général introductif précédent plusieurs autres points d'intérêt.

Un nouveau paradigme industriel se met en place, dont la première des caractéristiques est la réduction de dichotomies, la disparition progressive de limites entre industrie (au sens classique) et services, de frontières entre tangible et intangible, etc. ; mais l'ancien paradigme demeure et cohabite avec le nouveau.

Les données (*data*) deviennent des *matières premières* d'une importance stratégique.

L'intelligence artificielle (IA), associée aux *data*, ouvre des perspectives révolutionnaires, parfois fantasmagoriques, pour l'humanité donc pour les entreprises.

L'industrie du futur fait une large place à la compétitivité hors-prix comme facteur de succès des entreprises sur les marchés, ce qui appelle une modification de l'offre, de sa conception, de son design.

Le nouveau monde industriel est fait d'entrelacs de connaissances, de compétences, d'entreprises, d'acteurs.

Face aux menaces perçues sur l'emploi, la compréhension, par le plus grand nombre, du dessein et des enjeux de l'industrie du futur devient nécessaire et urgente. Indépendamment des imaginaires assez négatifs véhiculés par cette industrie (risque de chômage accru, risque de déclassement), il existe une réalité sociale qui, face aux défis à relever, est préoccupante ; divers *index* internationaux, économiques et sociaux, placent la France dans les profondeurs de leur classement,

Mais l'industrie du futur présente aussi une face positive pour les acteurs qu'il convient de mettre en lumière.

La bonne compréhension des enjeux passe par un rehaussement de la culture scientifique, technique et industrielle du grand public, dès le plus jeune âge.

L'émergence d'une industrie nouvelle sera un programme au long cours[8].

▶ Chapitre II.

Traiter de l'industrie du futur conduit à aborder le futur du système social de notre pays.

Pour cela il faut *envisager ensemble le technique, le social, le sociétal*, et prendre en compte, au niveau *macro,* les réalités sociales actuelles.

L'industrie du futur ne peut se construire avec des règles sociales qui seraient du passé, une industrie en mouvement ne peut pas prospérer dans une société qui serait immobile.

Une économie ouverte, réactive, flexible, impose l'effacement de limites ou de barrières fixées en d'autres temps et la remise en cause de règles datées ; elle appelle à une évolution des réglementations (et leur simplification) facilitant les fluidités et les porosités, mais apportant aussi une certaine sécurité pour les actifs.

> Le précariat pourrait être, si l'on n'y prend garde, un produit toxique de l'industrie du futur.

Cela conduit à soulever plusieurs questions : notre droit du travail est-il adapté ? de nouvelles législations sociales sauront-elles faciliter l'émergence de l'industrie du futur ?

8 Nicolas Dufourcq, directeur général de Bpifrance : « Il faudra 20 ans pour refaire l'industrie, donc 20 ans pour traiter le déficit extérieur. On paie cher nos retards, mais on peut le faire » (Tweet du 10 novembre 2017).

Plus le droit du travail sera assoupli, plus les dispositifs de sécurisation des parcours devront être renforcés pour que les cohérences d'ensemble soient maintenues. Cela a un coût.

▶ Chapitre III

L'industrie du futur passe d'abord, naturellement, par les entreprises, par leur adaptation aux évolutions des technologies et des marchés.

Cela appelle, pour chacune, un management et une organisation en adéquation avec les exigences de l'industrie du futur (chapitre III). Plusieurs constats sont faits, tirés d'expériences.

L'engagement des chefs d'entreprise est essentiel.

Un management qui prend en compte les aspirations des jeunes générations, celles qui seront au cœur de l'industrie du futur, augmente ses chances de réussir les transitions.

Un management fondé sur la confiance facilite les transitions.

> L'émergence de l'industrie du futur serait une occasion de donner corps à des principes régénérateurs de l'entreprise.[9]

L'industrie du futur, en émergeant, crée des chocs culturels par la convergence d'entreprises fondamentalement différentes, porteuses de technologies complémentaires.

Le rapprochement d'entreprises *classiques* et d'entreprises *nouvelles* (notamment start-up) est déterminant.

Un management collaboratif est à mettre en œuvre dans les entreprises *classiques* pour conduire les transitions, sur un modèle proche de ce qui se

9 Voir les principes proposés par Segrestin B. et Hatchuel A. dans *Refonder l'entreprise*, Seuil(2012).

pratique dans les entreprises *nouvelles*. Il s'appuie sur la conviction de **la primauté de l'intelligence collective pour faire face à la complexité**.

La qualité de vie et la santé au travail sont un volet important des politiques RH dans l'industrie du futur, un gage de réussite des transitions.

▶ Chapitre IV

Au cœur de l'entreprise et de son management se situe **la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences** *(GPEC). Elle a une* **vocation préventive** *et doit mettre en lumière les spécificités prévisibles de l'industrie du futur.*

Un essai continu d'anticipation des emplois, des qualifications, des compétences de demain est aussi utile que complexe et risqué, c'est pourquoi l'on parle aussi de vision prospective partagée des emplois et des compétences (VPPEC) comme fondement, parfois comme substitut, à la GPEC.

Les entreprises devraient faire un effort accru de réflexions prospectives sur les emplois, les compétences, les qualifications du futur pour répondre aux exigences des marchés et en partager les résultats.

La GPEC sort désormais du périmètre de l'entreprise pour s'étendre à son territoire et/ou à son écosystème, pour mieux répondre à des problématiques partagées, cette extension est à soutenir dans les zones d'emploi fragilisées (villes moyennes et petites, zones rurales).

Les emplois de demain sont aussi des emplois d'aujourd'hui transformés, l'accompagnement des actifs prend alors une dimension stratégique. La transformation d'emplois industriels par le numérique peut en améliorer l'attractivité, notamment pour les jeunes générations.

Les chaînes hiérarchiques *classiques* se raccourcissent, des échelons disparaissent, l'encadrement intermédiaire se sent menacé, de nouvelles compétences en management sont nécessaires.

Les compétences et les qualifications requises changent à des vitesses variables selon les secteurs, selon les fonctions occupées dans l'entreprise, mais globalement assez vite.

Face à des incertitudes grandissantes s'engage une quête de flexibilité des organisations.

la montée en flexibilité des organisations passe-t-elle fatalement par l'accroissement de l'insécurité des parcours individuels ?

> Les parcours professionnels sont multiformes et aléatoires, ils appellent une recherche de sécurisation accrue des actifs par l'utilisation généralisée de dispositifs sociaux (notamment CPF et CÉP[10]) à revisiter pour réduire leurs dysfonctionnements, et par un recours adapté à la formation tout au long de la vie.

Le concept de ***ressourcement* des actifs** est à approfondir et à diffuser.

L'industrie du futur appelle dans les entreprises une *politique RH 4.0* qui se lit à deux niveaux :

(i) la prise en compte, dans la politique RH des entreprises, des caractéristiques des technologies 4.0, des conditions de leur diffusion et de leurs usages,

(ii) l'usage de certaines technologies 4.0 dans la conception même et dans la mise en œuvre des politiques RH : recrutement prédictif, cartographie et suivi des talents, accompagnement des opérateurs sur leur lieu de travail, etc. La formation des agents des fonctions RH sur ces thématiques devient impérative.

▶ Chapitre V

L'émergence de l'industrie du futur nécessite **un système performant de formation professionnelle tout au long de la vie**. *Il ne l'est pas aujourd'hui.*

10 Compte personnel de formation (CPF), Conseil en évolution professionnelle (CÉP).

Il nous faut former les acteurs des théâtres où se joue l'avenir de notre industrie, plus largement de la société. Nous avons des marges de progrès à cet égard.

Le système d'information et d'orientation doit être conçu pour tous et accessible à tout moment de la vie, est lacunaire, il devrait être corrigé de ses dysfonctionnements et complété[11].

Les parcours individuels de qualification et de formation, totalement intégrés aux parcours professionnels, devraient alterner tout au long de la vie des situations diverses et des expériences qui devraient être capitalisables, au-delà de ce qui se pratique aujourd'hui en matière de VAE[12]. Les diplômes et titres devraient être construits en blocs de compétences capitalisables. Les passerelles jouent un rôle essentiel pour permettre des changements de trajectoire, elles devraient être beaucoup plus nombreuses.

L'organisation du système de la formation professionnelle devrait s'adapter aux exigences de l'industrie du futur. À cet égard, une logique préventive devrait être mieux prise en compte qu'elle ne l'est aujourd'hui.

Ce système souffre d'un défaut de gouvernance d'ensemble fondée sur des principes simples : ainsi, son organisation devrait tenir compte des différences entre les constantes de temps des technologies et de l'industrie, d'une part, et celles des structures paritaires et des administrations, d'autre part. Elles ne sont pas (ou peu) compatibles entre elles. C'est pourquoi la diversité des besoins par territoire et la réactivité nécessaire du système appellent d'une part une gestion décentralisée du système et d'autre part le renforcement d'une offre sur mesure de formations complémentaires d'initiative locale, parfois éphémères, en formation initiale et continue.

La régionalisation des formations professionnelles est à pousser jusqu'au bout de sa logique.

11 Il est souhaitable que le portail Osons l'industrie soit mis en place rapidement.

12 Validation des acquis de l'expérience, dispositif central des politiques de certification et de formation dans la nouvelle ère industrielle.

Les campus des métiers et des qualifications, les campus professionnels, adaptés à la diversité des parcours et des contextes territoriaux, constituent un dispositif clé dans le développement de l'industrie du futur. Ils devraient être consolidés.

Diverses conséquences en sont tirées.

La formation des enseignants et des formateurs est à intégrer dans le plan *Industrie du futur*.

Les entreprises, *interlocutrices admises* dans le système, qui sont de plus en plus actives dans la diffusion de connaissances « neuves et utiles », devraient devenir *actrices reconnues* du système. Le mécénat de compétences est à renforcer. Le statut d'*entreprise formatrice* est à créer et un crédit d'impôt spécifique devrait lui être associé.

> Avec la montée en puissance des technologies 4.0, la ***transition éducative*** est aussi stratégique que la transition énergétique ou écologique.

L'industrie du futur appelle une *pédagogie du futur* innovante (usines-écoles, vitrines technologiques animées…), elle doit être mise en visibilité pour se diffuser.

De nouvelles démarches d'acquisition et de développement des compétences transversales sont à inventer et à expérimenter.

Des avancées spectaculaires sont attendues dans la formation sur le lieu de travail, avec la diffusion de technologies nouvelles : IA, technologies immersives, conversationnelles, etc. ; cela appelle un programme ambitieux d'expérimentation et de recherche, notamment dans le champ des sciences cognitives appliquées aux *apprentissages assistés par la technologie.* Les fonds paritaires de la formation professionnelle pourraient être mis à contribution pour les financer.

Les *EdTech*[13] sont un secteur économique d'avenir, la France devrait y investir massivement.

À côté de cette étude sur l'industrie du futur, l'Académie des technologies conduit une réflexion sur l'avenir de notre système de formation professionnelle tout au long de la vie.

▶ Chapitre VI

Traiter de l'industrie du futur conduit à soulever des questions liées à **l'aménagement des territoires** *et à leur développement, dimension essentielle du système social .*

L'industrie du futur, se concentrera-t-elle sur les métropoles au détriment de zones dites *périphériques* ?

Il existe encore un tissu industriel significatif dans les petites villes et les zones rurales, il devrait pouvoir se développer dans l'ère nouvelle en ayant recours aux habitants de ces territoires. Des dispositifs d'adaptation et l'usage de technologies 4.0 d'assistance devraient les accompagner. Un investissement pour l'avenir est à consentir à cet égard.

L'industrie du futur, d'essence réticulaire, pourrait devenir **un levier d'aménagement du territoire**[14].

L'approche par *cluster* est une voie à suivre pour (re) créer ou renforcer une dynamique industrielle territoriale. À côté des pôles de compétitivité, le dispositif des *grappes d'entreprises,* que soutenait naguère la DATAR, est à relancer activement. Le recours à des *clusters élargis* et des *réseaux de clus-*

13 Technologies numériques appliquées à l'éducation, beaucoup plus larges que le *e-learning* ou l'enseignement à distance.

14 Une des conditions préalables est la couverture de l'ensemble du territoire national en très haut débit.

ters est à envisager. L'intérêt des *clusters* se trouve ici dans la mutualisation possible des efforts en matière sociale (vision partagée et gestion prospective des emplois et des compétences, formation mutualisée, attractivité, accompagnement…) et dans la dynamique de développement économique territorial qu'ils peuvent créer : ils devraient contribuer à rompre l'isolement de nombre d'entreprises industrielles.

Les Conseils régionaux jouent un rôle stratégique dans la montée en compétences des PME, question centrale à traiter pour bâtir l'industrie du futur, ainsi que dans la formation professionnelle. Sur le premier point, un changement d'échelle est nécessaire. Sur le second point, ces collectivités territoriales devraient porter une attention accrue aux actifs en situation de travail qui sont fragilisés par les transformations en cours, avant qu'ils ne soient exclus du travail, ainsi qu'à certains territoires qui sont en passe de devenir des *déserts éducatifs* pour ce qui concerne la formation professionnelle tout au long de la vie.

Les Conseils régionaux devraient être, en amont, directement associés à la conception des politiques et des outils qu'ils auront à mettre en œuvre.

La formation des élus et des cadres des administrations régionales aux problématiques de l'industrie du futur est à engager dans des délais rapprochés, là où aucune initiative en ce sens n'a été prise.

L'Académie des technologies, dans la continuité du présent rapport, conduit une réflexion sur la montée en compétences des PME dans leurs écosystèmes territoriaux. Elle a organisé par ailleurs, en octobre 2017, un séminaire sur la thématique « Technologies et territoires d'innovation » où certaines de ces questions sont abordées.

Il ressort de l'ensemble de ces réflexions que le plan Industrie du Futur devrait, au niveau de l'État, mobiliser conjointement plusieurs ministères, au-delà du ministère de l'économie et des finances, en charge de l'industrie : le ministère de l'éducation nationale, celui de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation, le ministère du travail, celui de la cohésion des

territoires[15]. D'autres ministères y seraient associés. **Un plan multifactoriel de cette importance, aux enjeux si lourds, devrait, pour sa conception et sa mise en œuvre, relever de la tutelle du Premier ministre.**

▶ Conclusion

Pour conclure le propos, nous nous interrogeons (brièvement) sur ***la société du futur****. Tant il est évident que l'industrie du futur ne peut pas être isolée de la société où elle prend place. Deux points sont mis en exergue.*

Les discours sur l'industrie du futur auraient besoin d'inclure **le récit convaincant d'une rénovation stimulante du modèle social.** La seule façon, pour lui, d'être entendu.

Le sens supérieur de l'industrie du futur doit s'affirmer au travers d'une concertation large et d'une communication adéquate, installée dans la durée ; les messagers n'en seraient pas que des responsables politiques.

15 Les intitulés des portefeuilles ministériels sont ceux du gouvernement de M. Édouard Philippe (décret du 21 juin 2017).

Chapitre I

Panorama général introductif

▶ Industrie du futur : le sens de cette expression doit être précisé

L'industrie du futur est une expression qui présente des ambigüités, tant pour ce qui a trait à l'industrie que pour ce qui concerne le futur.

Le mot *industrie* n'a plus le sens qui fut le sien au XIXe siècle et jusqu'à la fin du XXe siècle, même si la société, pour sa plus large part, n'en a pas encore pris conscience. Désormais l'industrie est plus vaste que l'ensemble de tous ses bureaux d'études et usines. Elle comprend aussi des services à l'industrie et des services qui sont devenus des industries.

Quant au *futur*, le terme manque de précision. En Allemagne la formule retenue est : « industrie 4.0 » ; elle fait référence à une vague nouvelle de technologies numériques ou de technologies à numérique prépondérant (intelligence artificielle, internet des objets, robots-cobots, simulation, fabrication additive, réalité virtuelle ou augmentée, fabrications additives, etc.) qui a commencé à déferler et qui est appelée à transformer en profondeur l'industrie, manufacturière et de *process*, à la redéfinir, à générer de nouveaux modèles d'affaires, de nouvelles formes d'organisation, etc.

Ces technologies sont présentées comme les vecteurs de la 4e révolution industrielle.

Il convient ici de constater que dans plusieurs secteurs, dans de nombreuses entreprises, ces technologies sont déjà présentes, au moins partiellement, soit parce que le secteur (exemple : industries de *process*) n'est concerné que par une partie des technologies 4.0 et que pour une partie de

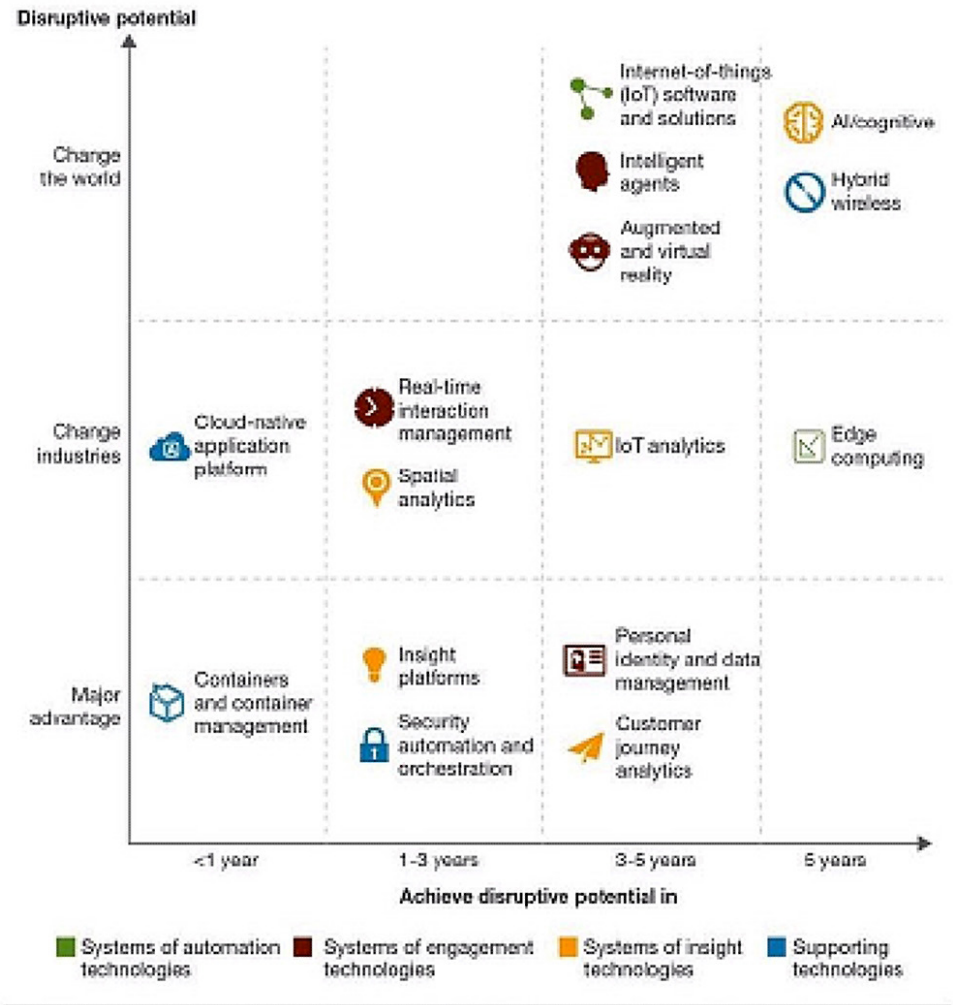


Tableau N° 1. Le potentiel transformateur, dans le temps, des technologies 4.0 [16]

Les impacts de ces technologies se feront sentir à des termes différents et tous n'auront pas les mêmes portées. Le tableau ci-dessus présente les technologies qui ont émergé et leur potentiel disruptif ; même si ce dernier

16 Extrait de : Forrester Research, Inc, *The Top Emerging Technologies For Digital Predators*. Sept 2017.

concept est discutable, le tableau donne un aperçu général, gradué dans le temps, des technologies évoquées et de leurs effets transformateurs. Il faut retenir de tout cela que la métamorphose 4.0 est un phénomène déjà engagé, s'inscrivant dans la durée[17]. Il faut aussi avoir à l'esprit qu'une masse de PME n'a pas encore intégré les technologies de générations antérieures. Il y a encore, par exemple, des PME manufacturières qui n'ont pas de site internet ni d'intranet[18]. Il est aussi des territoires qui n'ont pas encore de réseau à très haut débit, pourtant nécessaire au développement économique.

▶ L'industrie du futur ne se réduit pas à l'industrie 4.0

L'industrie sera aussi impactée par la transition énergétique, par la transition écologique, par de nouvelles avancées dans le champ des matériaux, dans le champ des sciences de la vie (biotechnologies, génie génétique…), plus loin par l'arrivée progressive à maturité de l'informatique quantique et des technologies nées de la convergence NBIC[19], qui donneront naissance à de nouvelles activités, à de nouvelles entreprises.

Un sondage, réalisé auprès d'un panel représentatif de jeunes20, révèle que, pour les deux tiers d'entre eux, l'industrie du futur est d'abord écologique et durable. Elle a potentiellement une bonne image à leurs yeux.

Cette industrie-là proposera des systèmes, produits, services qui n'existent pas aujourd'hui – par exemple dans le domaine de la transition énergétique ou de la santé – dont certains ne sont même pas encore conceptualisés. Le traitement optimisé de flux de matières, l'usage accru d'énergies renou-

17 Le déploiement des technologies 4.0 a déjà commencé dans des filières comme l'aéronautique, l'automobile, le ferroviaire, la construction navale, l'énergie…, surtout dans les grandes entreprises. La réalité virtuelle y est diffusée dans les phases de conception, la réalité augmentée pénètre la production, notamment le contrôle qualité.

18 Tous secteurs confondus, 68 % des entreprises françaises ont un site web, contre 83 % au Royaume-Uni et 89 % en Allemagne. Source : *Rapport sur l'état d'internet en France*. ARCEP. 2017.

19 Nanotechnologies, biotechnologies, informatique, sciences cognitives.

20 Sondage réalisé par le SYNTEC Numérique en février et mars 2017.

velables, la réduction des consommations d'eau, etc. débouchera sur de nouveaux besoins de compétences et conduira à la création de nouveaux emplois, de nouvelles qualifications, de nouvelles formations.

En ce sens, l'expression industrie du futur correspond à une vision moins précise, mais plus large et diversifiée que celle induite par la formule « industrie 4.0 ». Il convient de noter qu'au-delà de l'Allemagne, tous les pays avancés ont engagé un programme comparable : le Royaume-Uni *(High Value Manufacturing)*, les Pays-Bas (Smart Industry), les États-Unis *(National Network for Manufacturing Innovation)*, la Chine *(Manufacturing in China 2025)*, la Corée du Sud (Manufacturing Industry Innovation 3.0 Strategy), le Japon *(Revitalization Strategy)*…

Cependant, de toutes ces transitions (technologique, énergétique, écologique) et convergences, c'est la numérisation (au sens large) de la société et de l'économie en général, de l'industrie en particulier, qui représente la plus immédiate et la plus universelle des *révolutions* à laquelle nous nous attachons ici. Avec son lot de menaces et de risques, d'opportunités et d'aventures.

Création et démence

« Le territoire de la société agraire médiévale, c'était la terre ; celui de la société industrielle, c'était les machines, le capital productif. Celui du XXIe siècle, c'est le mental et le psychisme des populations, qui déterminent leurs comportements et leurs achats. […] Le système technique de l'industrialisation a culminé en produisant à la fois du confort et des génocides. Le numérique produira à la fois de la création et de la démence. […] La connaissance du cerveau permet déjà de multiples persuasions subliminales ; elles vont s'amplifier ».

Thierry Gaudin. *Technique et société : l'irrésistible évolution*. Futuribles N° 419. Juillet-Août 2017

Les technologies mobilisées par l'industrie du futur, pose des questions sur l'évolution des organisations et sur la place que l'homme y occupera.

▶ Industrie du futur ou futur de l'industrie présente, de quoi parle-t-on?

Au travers des prises de position de nombreux acteurs, des secteurs public et privé, impliqués dans le plan *Industrie du futur* de l'État, et des analyses faites par divers organismes d'appui aux entreprises (agences régionales, chambres de commerce et d'industrie…), la finalité de la démarche envisagée apparaît comme **une mise à niveau technologique de l'industrie présente, plus que l'invention d'une industrie fondamentalement nouvell**e, en un mot, qu'un changement de paradigme ; les deux sont pourtant nécessaires. Ce qui s'explique par un retard assez considérable d'investissement industriel, notamment depuis 2008, principalement dans les PME[21]. Nos entreprises, globalement, investissent plus aujourd'hui – quand elles le font – dans la mise à niveau de leur outil (remplacement du capital existant) que dans l'innovation radicale de produits et/ou de procédés. Les études INSEE sur l'investissement de ces dernières années le montrent de façon répétée.

Cela peut s'expliquer : d'une part parce qu'il faudra toujours produire des objets physiques qui concourent à la santé, à l'alimentation, à la mobilité, aux loisirs, etc. ; ils requièrent toujours des machines de production *classiques*, même si elles sont à commande numérique ; et d'autre part parce qu'il existe certaines ressources humaines en situation qu'il faut préserver et des machines et systèmes non amortis qu'il convient de valoriser ; on ne peut pas faire fi de l'existant. Mais aussi parce qu'il est hautement risqué, de plusieurs points de vue, de changer de paradigme industriel. Ce risque paraît décuplé quand l'entreprise est en situation financière délicate.

> L'industrie du futur est aussi, pour une large part, l'industrie présente qui se transforme dans un continuum, par une mutation permanente.

21 L'embellie conjoncturelle de la mi-2017 dans l'industrie, pour bienvenue qu'elle soit, ne peut cacher les retards accumulés et les décalages dans l'alignement de notre offre avec les marchés en développement.

▶ Industrie du futur : un nouveau paradigme se met en place

L'industrie nouvelle, celle qui émerge, n'est plus définie comme naguère, avec des mots « classiques » tels que : transformation de matières premières et machines, taylorisation et division du travail, standardisation, séries et échelles, rythmes et cadences, procédures et liasses, pyramides et organigrammes… Même si tous ne disparaîtront pas totalement.

Le nouveau paradigme a d'ores et déjà été défini et exploré. Sous la pression des marchés et l'effet des technologies, il est caractérisé par la disparition progressive des limites entre industrie (au sens classique) et services, des barrières entre producteurs et consommateurs ; par l'effacement progressif des frontières entre vivant et inerte, entre réel et virtuel, entre homme et machine ; par la fin de l'antagonisme entre sériel et individuel ; par la réduction des clivages entre professionnels et amateurs (au sens étymologique du mot), etc. Le philosophe Bernard Stiegler l'a nommé « nouveau monde industriel ».

La plus immédiate des mutations, largement engagée, concerne les limites entre industrie et services. Désormais, le service exige de l'industrie comme l'industrie crée du service. Des entreprises de services s'industrialisent (R & D, plateformes de production/logistique, SAV…), des entreprises de services proposent des produits pour pouvoir bénéficier de leurs services (exemple : Google propose des *smartphones*, des écouteurs sans fil, des enceintes connectées *intelligentes*, etc.). Des entreprises industrielles *classiques* se redéfinissent désormais en pourvoyeuses de solutions et de services associés ou proposent des fonctionnalités plutôt que la possession d'un objet. L'entrée d'acteurs différents de cette économie nouvelle dans l'industrie classique redessine le terrain de jeu concurrentiel et en modifie les règles.

De toutes les technologies qui fondent l'industrie du futur, deux méritent ici une attention particulière dans la mesure où leurs impacts humains et organisationnels sont des plus considérables : les données (data), leur production, leur analyse et l'intelligence artificielle ; plus lourdes de conséquences peut-être que la robotisation qui alarme aujourd'hui le grand public.

▶ Les données (data) deviennent des matières premières d'une importance stratégique

Avec les algorithmes associés, elles induisent de nouvelles activités, de nouveaux modes de pilotage des organisations et de gestion. La rupture vient du fait que toutes les industries, toutes les fonctions de l'entreprise sont aujourd'hui concernées. L'exploitation des data n'est pas en soit nouveau, c'est l'échelle, les capacités de leur traitement, la multiplication des usages qui sont nouvelles[22]. Les exigences en termes de captation de données et de mesures (métrologie) sont accrues. Des entreprises, notamment dans les industries de *process*, ont pu perdre en compétences en métrologie ces dernières années. Un rattrapage rapide s'avère alors indispensable.

L'imaginaire associé aux data, dès lors que, par exemple, chaque geste d'opérateur produit des data, peut conduire à la défiance. La trace numérique de l'opérateur peut être durable, diffusable, interprétable diversement.

22 Par exemple, chez Vallourec, « l'analyse croisée des données provenant du process et du produit et captées sur la chaîne de laminage et de traitement thermique permet d'ajuster les paramètres d'élaboration de l'acier. Les données issues des capteurs de la chaîne de production peuvent être contrôlées dans une salle de smart maintenance. (…) Une digital hive (ruche numérique) vient d'être mise en place pour industrialiser (des solutions innovantes) et développer des applications mobiles. Elle regroupe dans un même lieu des automaticiens, des informaticiens et des experts métiers qui créent des solutions en mode agile » (L'Usine Nouvelle, 9-15 novembre 2017).

À la trace…

« Dans ce nouveau monde digitalisé et connecté, toute action, qu'elle soit professionnelle ou privée, personnelle ou collective, raisonnée ou automatique, matérielle ou intellectuelle, dans le monde de l'industrie ou celui des services, laisse des traces numériques indélébiles. Ces empreintes ne sont rien individuellement, mais collectivement elles peuvent être considérées comme une projection dans le monde *digital* de la réalité du monde et de nos comportements. […] Pour une personne ou une organisation, la richesse et l'intérêt du *Big Data* résident donc dans l'association de la masse énorme des données disponibles avec des outils de recherche et d'analyse de plus en plus performants et adaptés à ses propres objectifs. (… Mais) plus de données ne signifient pas toujours de meilleures décisions. »

Fondation de l'Académie des technologies. *Le Big Data, entre faits et fantasmes. Décryptage.* Trimestriel de l'intelligence économique #1. 2017.

▶ L'intelligence artificielle (IA), associée aux *data*, ouvre des perspectives révolutionnaires, parfois fantasmagoriques, pour l'humanité, donc pour les entreprises

« Le but de l'IA doit être la disparition du travail », proclame Nick Bostrom, directeur du *Future of Humanity Institute* d'Oxford[23]. Sans aller jusqu'à cette extrémité, aussi lointaine que hasardeuse, de nombreuses études de prospective montrent la pénétration de l'IA dans les tâches humaines, soutenue par des avancées impressionnantes dans ce champ scientifique et technologique. Parfois elle débouche sur des scénarios fantasmagoriques qui impactent les imaginaires[24].

L'IA touche un nombre croissant de professions, même celles que l'on disait épargnées au motif que la part de créativité, de création, ou d'imprévisible y était prépondérante[25].

23 Les Echos, 27 juin 2017

24 Voir sur le blog de Serge Tisseron : Le « *dernier fantasme* » : les robots dotés de conscience (janvier 2017)

25 Autodesk, par exemple, a annoncé (juin 2017) l'intégration d'une option de design génératif, baptisée *Dreamcatcher*, dans la version 2018 de son logiciel *Netfabb* : il permettra de générer des formes à partir de critères techniques, économiques, esthétiques, fonctionnels, renseignés par un designer. Ce dernier choisira en dernier ressort, parmi les formes proposées d'un objet, celle qui lui paraitra la plus adéquate. La machine, ici,

Rendre la machine utile à l'homme

« Le but de l'intelligence artificielle est de rendre la machine utile à l'homme. Il doit pouvoir lui déléguer des tâches toujours plus complexes. La précédente génération de machines « moins intelligentes » était conçue simplement : à partir d'un input donné, elle délivrait un output donné, ni plus ni moins. Ces machines étaient régies par des règles fixes déterminées par les humains, sur un mode reproductif et déterministe, avec une absence totale d'adaptabilité.

La nouvelle génération de machines « intelligentes » intègre des fonctions cognitives bien plus sophistiquées, comme les capacités d'inférence et d'apprentissage. L'inférence est par définition la faculté de déduire des informations additionnelles à partir d'un corpus de base. L'apprentissage, lui, désigne l'aptitude à optimiser les paramètres de la règle même, à partir d'une logique itérative. L'apparition de ces nouvelles fonctions cognitives rend les machines infiniment plus flexibles – et donc utiles dans un environnement sans cesse en mouvement. »

Alexandre Polonsky. Directeur de la recherche de la plateforme *Bloom*, dans *L'Opinion* du 27 juin 2017.

Ces novations déterminent ou sont susceptibles de déterminer, pour une large part, la métamorphose de l'économie, au-delà de la seule industrie, et plus encore de la société. Il convient toutefois de prendre garde aux abus d'emploi du concept d'IA, parfois utilisé à mauvais escient[26].

Les institutions financières sont impactées par les *FinTech*, les services publics et privés de santé par les *HealthTech*, les institutions éducatives par les *EdTech*… Les *LegalTech* changent les relations au droit, la pratique des professions juridiques et judiciaires. Les *CivicTech* sont appelées à la bouleverser la vie citoyenne et à créer de nouvelles formes démocratiques. Partout les HIKS montent en puissance…

---

est censée être utile au designer.

26 Voir : *The business of Artificial Intelligence* dans la Harvard Business Review. Lien : https://hbr.org/cover-story/2017/07/the-business-of-artificial-intelligence.

▶ L'industrie du futur fait une large place à la compétitivité hors-prix, comme facteur de succès des entreprises sur les marchés

Si une industrie du futur est envisagée en France, en Europe et ailleurs, c'est parce que les marchés évoluent profondément et rapidement et qu'il convient d'y répondre, que les facteurs-clés de succès des entreprises changent, impliquant des mutations sociales importantes. Les technologies étant, pour ces transformations, à la fois causes et réponses. Un trait généralement admis de l'industrie du futur concerne la place prépondérante de la compétitivité hors-prix comme levier de performance des entreprises. La compétitivité hors-prix est fondée sur le contenu en innovation technologique des offres, leur personnalisation, la qualité ou l'originalité des expériences proposées aux usagers ou utilisateurs de biens et/ou services, leur montée en gamme, leur design, etc. Autant de domaines où l'industrie française, prise globalement, n'est pas aux avant-postes, autant de domaines où les compétences requises sont à renforcer.

La compétitivité hors-prix a aussi une dimension culturelle. Par le passé, la prospérité économique de notre pays fut souvent associée à son rayonnement culturel, artistique. Le slogan « pas de redressement productif sans redressement créatif », qui fit florès dans les années 2012-2014, n'est pas dénué de fondement historique. Ainsi le *soft power* se révèle aujourd'hui de la première importance ; les évolutions de son influence créatrice ne sont pas neutres pour la réussite de ses projets économiques à retentissement international. Il doit progresser sur ce volet. Le projet, délaissé puis récemment réanimé, de Marque France serait à relancer avec vigueur.

▶ Le nouveau monde industriel est fait d'entrelacs

Ce nouveau monde industriel – parfois qualifié d'hyper-industriel (Veltz P., 2017) – appelle des hybridations multiples de talents et de compétences qui évoluent continûment, des rapprochements nombreux d'acteurs aux parcours divers, d'entreprises qui s'ignoraient jusque-là, des interpéné-

trations fréquentes de secteurs d'activité qui vivaient en parallèle[27]. Ce nouveau monde industriel prend la forme d'entrelacs de faits techniques et de réalités sociales marqué par une complexité croissante et une instabilité grandissante, qui réduisent le confort des acteurs. La première appelle des approches systémiques ; la seconde requiert plus de flexibilité, de mobilité, de réactivité, d'inventivité, qu'il n'en fallait jusqu'à présent, de la part des entreprises et de leurs collaborateurs.

Les organisations doivent être réactives et souples. Dès à présent des méthodes de travail se diffusent qui appellent des aptitudes collectives et individuelles d'adaptation permanente, de flexibilité, de réactivité[28].

C'est alors toute l'organisation de l'entreprise qui à repenser et son management qui est à adapter (voir le chapitre III).

▶ Face aux menaces perçues sur l'emploi, la compréhension par le plus grand nombre, du dessein et des enjeux de l'industrie du futur devient nécessaire (et urgente)

« *Supposez les bras condamnés au repos en raison de la multiplicité et de la variété des machines […] : que ferez-vous du genre humain désoccupé ? Que ferez-vous des passions oisives […] ?* »

Chateaubriand. Mémoires d'outre-tombe (livre XLIII, chapitre III)

Les enjeux de l'industrie du futur sont considérables. Ils sont économiques (la compétitivité des entreprises), mais ils sont tout aussi sociaux, du niveau de la société prise dans son ensemble à celui de chaque entreprise, voire à celui de chaque poste de travail dont la remise en cause ou la remise à plat peut

27 On parle ici de diversité cognitive.

28 On peut citer par exemple *SCRUM*, un schéma d'organisation du développement de produits complexes. Il est présenté dans Wikipedia : https://fr.wikipedia.org/wiki/Scrum_(Boite_%C3%A0_outils)

advenir. C'est alors que repartent de plus belle des discours anti-machines.

Les discours anti-robots

« En France, les discours anti-robots provoquent l'anxiété et l'incompréhension d'une partie de nos compatriotes, véhiculant des idées négatives qui peuvent se révéler très destructrices. Par exemple, la « taxe robot » serait une catastrophe pour la filière robotique française émergente, car elle constituerait un handicap financier sérieux face à ses concurrents étrangers et une entrave pour notre industrie. Sans oublier les risques inhérents à cette technologie, comme à toute autre, le public a besoin d'une information objective sur les apports de la robotique à la compétitivité extérieure de notre économie, mais aussi sur les opportunités de formation et d'emploi créés par une robotique de premier rang. »

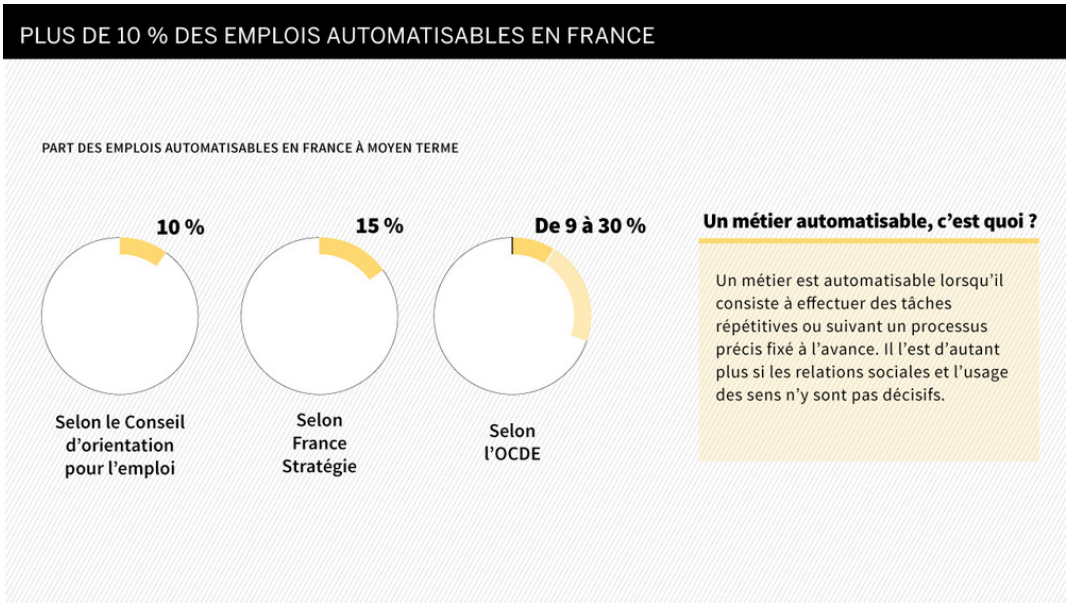
Académie des technologies. Une stratégie robotique pour réindustrialiser la France. Avis (2017)

Il est vrai que diverses études sur les impacts que les technologies 4.0 pourraient avoir sur l'emploi sont assez alarmistes. Les plus tempérées, comme celle de France Stratégie[29] avancent quand même que 15 % des salariés occupent aujourd'hui des emplois facilement automatisables et que cette part monte à 25 % dans l'industrie. Mais ces prévisions restent fragiles. L'IA, couplée ou non aux *big data*, peut remettre en cause des métiers que cette étude considère comme épargnés.

Rien ne dit que tous les emplois automatisables seront automatisés dans le cadre de la réorganisation d'une entreprise par exemple, mais la menace est là qui alimente des peurs chez les titulaires d'emplois de production, mais aussi les titulaires d'emplois administratifs qui se sentent menacés.

29 France Stratégie. *L'effet de l'automatisation sur l'emploi : ce que l'on sait et ce qu'on ignore*. La note d'analyse (juillet 2016).

Cette inquiétude est contagieuse. Il faut dire que l'actualité, même dans des entreprises économiquement performantes, ne rassure pas le grand public.



Source : McKinsey

Pour que l'industrie du futur soit une réalité, et une réalité désirable par le plus grand nombre, il devient nécessaire que soient dépassés les imaginaires répulsifs qu'elle produit et, condition nécessaire, que le grand public comprenne le sens de la mutation engagée. Pourquoi, en effet, construire une industrie nouvelle quand les gens sont majoritairement persuadés que dans les entreprises existantes cela conduira à supprimer des emplois et convaincus que, globalement, cette industrie créera moins d'emplois que sa devancière n'en a créés (puis détruits) ? Que les emplois conservés, mais transformés, nécessiteront, pour beaucoup, d'exigeantes et difficiles acquisitions de compétences et de connaissances ? Que les emplois créés seront de hautes qualifications auxquelles le plus grand nombre de gens ne pourra prétendre et que le déclassement les menacera ? Que les sites nouveaux se construiront dans les métropoles, ou en leurs périphéries immédiates,

délaissant les territoires parfois qualifiés de périphériques, où beaucoup résident ? Et finalement, pourquoi vouloir ce progrès technologique dont on prétend qu'il « supprime la classe moyenne »[30] ?

L'exemple de Michelin : une concomitance déroutante

Michelin a présenté à la mi-juin 2017 à Montréal, au salon *Movin'On*, un nouveau concept de roue tressée de caoutchouc, tout à la fois sans gonflage et rechargeable, écologique et connectée, montrant ainsi de fortes capacités d'innovation.

Par ailleurs, Michelin expérimente depuis 2011, auprès d'environ 1 500 salariés, une « organisation *responsabilisante* » qui vise à donner plus d'autonomie et de responsabilités aux salariés. Ils prennent des décisions directement sur la chaîne de production, trouvant désormais d'eux-mêmes, par des approches collaboratives transversales, « des modes opératoires plus efficaces, plus rapides et plus performants que ceux prescrits par les fonctions supports ». L'entreprise a annoncé le 22 juin 2017 la généralisation de cette démarche à toutes ses unités de production et la mise en place d'une nouvelle organisation qui rapproche, à travers le monde, l'entreprise de ses clients. Par ailleurs, un projet de création d'un très grand centre de formation à Clermont-Ferrand, en relation avec le rectorat et des industriels d'Auvergne, est en préparation.

Michelin, à juste titre citée comme une entreprise innovante dans ses produits/services et dans son organisation, un fleuron de notre industrie, voit ses performances saluées par les médias, les analystes économiques et les responsables politiques. La première face est séduisante.

Mais, avec son projet de réorganisation mondiale dévoilé fin juin 2017, Michelin a annoncé, de façon concomitante, la suppression de 1 500 emplois en France, 970 départs à la retraite ne seront pas remplacés. Il ne devrait pas y avoir de départs contraints, un plan de préretraites volontaires sera mis en place à Clermont-Ferrand.

Sans remettre en cause ici les choix stratégiques de Michelin, qui correspondent à des changements sur ses marchés, nous ne pouvons que nous interroger sur ce que pense, de l'industrie qui se dessine, le lecteur de *La Montagne* ou le téléspectateur de *France 3 Auvergne-Rhône-Alpes*. La seconde face peut paraître inquiétante pour le grand public.

Telles sont des idées répandues, qui, pour certaines, ne manquent pas de base rationnelle, on l'a vu. Des études qualitatives sérieuses devraient

30 McAfee A. (2015)

néanmoins être conduites pour révéler leur poids réel, celui des imaginaires associés aux technologies nouvelles dans l'opinion publique, et leur influence effective sur l'image de l'industrie à venir.

L'industrie du futur devra montrer sa vraie nature et ses véritables enjeux. Ceux qui la promeuvent devront lui donner sa signification, car rien de structurant ne se fera sans que le sens n'en soit révélé (voir la conclusion du rapport).

Cette mise en perspective de l'industrie du futur sera facilitée par un rehaussement du niveau de culture scientifique et technologique du grand public, dès le plus jeune âge. Les initiatives en la matière doivent être plus nombreuses et mieux soutenues. Les Centres de culture scientifique, technique et industrielle (CCSTI)[31] ont un rôle plus actif à jouer dans cette perspective. Des médiateurs, au même titre que les enseignants ou formateurs, vus par ailleurs, doivent être formés aux problématiques de l'industrie du futur.

▶ Indépendamment des imaginaires véhiculés par cette industrie nouvelle, il existe une réalité sociale qui, face aux défis à relever, est préoccupante

Divers indicateurs ou index[32] révèlent que la France est dans une situation assez mal adaptée à l'émergence d'une nouvelle économie, d'un nouveau monde industriel. Même si chacun de ces classements, pris isolément, présente des limites ou des biais qui peuvent soulever contestations, pris tous ensemble, leur relatif parallélisme a une signification concernant la situation de notre pays, de notre société, de notre économie.

31 Voir la présentation des CCSTI sur Wikipedia : https://fr.wikipedia.org/wiki/Centre_de_culture_scientifique,_technique_et_industrielle

32 Ils sont présentés en fin de rapport avec, pour chacun, le nombre de pays classés.

Indicateurs ou index	Rang
PIB par habitant	24e
Global Innovation Index	15e
Global Competitiveness Index	21e
World Competitiveness Scoreboard	32e
Networked Readiness Index	24e
PISA : Maths / Sciences / Lecture	26e / 26e / 19e
PIAAC : Numéracie / Littéracie	24e / 24e
World Value Survey : Autonomy	58e
Power Distance Index	42e

Tableau N° 2. Une position globalement peu satisfaisante dans les classements mondiaux[33]

Ainsi, le substrat économique et social, considéré globalement, où doit prospérer l'industrie du futur s'avère aujourd'hui relativement pauvre et mal adapté aux enjeux des transformations à venir. Sans dramatiser, il convient d'en avoir une bonne conscience dans l'ingénierie et le pilotage du plan Industrie du futur. C'est le sens du propos. D'autant que, par ailleurs, quelques indicateurs et classements internationaux sont encourageants[34].

33 Nous aurions pu aussi citer TIMSS *(Trends in International Mathematics & Sciences Studies)* où la France est très mal située (source : *International Association for the Evaluation of Educational Achievement*) ou bien, sur un tout autre registre, celui de l'environnement des affaires, « Doing Business », où elle vient de passer de la 29ème à la 3e place sur 190 pays classés (source : Banque mondiale).

34 Ils sont aussi présentés en fin de rapport.

Indicateurs ou index	Rang
Clarivate Analytics (Thomson Reuters)	3e
Open-Useful-Reusable (OUR) Data Index	2e

Tableau N° 3. Des signes encourageants dans certains classements mondiaux

Le classement établi par une filiale de Thomson Reuters, largement fondé sur le nombre de brevets déposé, montre une réelle inventivité du pays. Il ne faut pas la confondre (comme le font souvent les médias) avec la capacité à innover, que reflète mieux le *Global Innovation Index*.

Le *OURData index*, établi par l'OCDE, reflète le niveau d'ouverture des données publiques à tous. Cet index traduit l'engagement du gouvernement à divulguer de manière proactive les données publiques et à soutenir la réutilisation de ces informations ouvertes pour proposer de nouveaux services et de nouveaux produits. Cela est une avancée en direction du futur de l'industrie et, plus largement de l'économie.

▶ Mais l'industrie du futur présente une face positive pour les acteurs qu'il convient de mettre en lumière

L'industrie du futur présente des aspects positifs au plan social, dans le management des entreprises, dans l'accompagnement des individus. Ce sont du reste des facteurs d'acceptabilité des technologies 4.0 et des changements induits par leurs usages[35].

Pour les dirigeants et hauts managers, cela conduit à un renouvellement de la vision de l'entreprise et de sa stratégie, et les met en situation d'agir au sein d'un écosystème nouveau ; cela élargit leur regard sur les marchés, et rend plus facile la recherche de la croissance.

L'encadrement gagne en autonomie dans l'animation d'un management collaboratif, il accède à plus d'informations, il devient porteur d'innovations ;

35 Ce paragraphe s'appuie sur une contribution de Jean-François Minster, de l'Académie des technologies.

en outre, il est face à un renouvellement de son écosystème industriel et de son modèle d'affaires à son niveau de responsabilité.

Pour les opérateurs, cela change leur place dans le dispositif ; en particulier, ils deviennent co-responsables de l'assemblage de données pour tous, et bénéficient en retour d'une information plus étendue ; en outre, ils apprécient leur implication dans un management collaboratif. L'exploitation automatisée des *data* allège des tâches fastidieuses de *reporting*, etc. Les robots ou *cobots* améliorent la qualité de vie au travail, réduisent les risques musculo-squelettiques, etc. Des machines *intelligentes* traitant des masses de données allègent considérablement les tâches des fonctions tertiaires dans l'industrie et simplifient la vie de contrôleurs de gestion, de comptables, de juristes, etc.

D'autres fonctions sont impactées positivement comme celles (marketing, vente) qui sont directement en contact avec les marchés et les clients : nouveaux accès, création de services, nouveaux défis à relever… Du reste les clients aussi en retirent profit : ils accèdent à de nouveaux services, cela modifie leurs pratiques (consommateurs) ou leurs activités (professionnels) et crée des opportunités.

Les enseignants et formateurs de tous horizons, enfin, voient se créer de nouveaux besoins et s'ouvrir de nouvelles voies pour accéder aux connaissances ou compétences, ils bénéficient d'outils auxquels certains aspiraient depuis longtemps.

▶ Un programme au long cours

Compte tenu des enjeux et des transformations à conduire, la mise en place de l'industrie du futur va prendre du temps, plusieurs années. La communication qui l'accompagnera, intégrant les distorsions des représentations mentales de l'industrie dans notre pays, devrait avoir des objectifs de portée culturelle. La compréhension des enjeux passe par le partage d'une culture historique sociotechnique et le rehaussement du niveau général de culture économique, scientifique, technologique. Un programme éducatif d'envergure,

empruntant des voies pédagogiques originales, présentant des dimensions pratiques et ludiques, est à mettre en place dans les établissements scolaires du primaire et du secondaire, notamment au collège ; la présence individuelle et collective des jeunes générations en immersion dans les entreprises est à développer. C'est pourquoi le ministère de l'éducation nationale devrait être impliqué dans le plan *Industrie du futur*. D'autres ministères, avec celui en charge de l'économie et de l'industrie, sont aussi directement concernés. Nous y reviendrons.

Chapitre II

Industrie du futur et futur du système social

On ne peut envisager ce que sera dans 10 ou 20 ans un grand pan de l'activité économique du pays sans le placer dans un contexte plus large et sans intégrer les multiples relations d'interdépendance qui existent et existeront avec la société où il se situe et se situera. L'industrie du futur doit être abordée comme un tout, partie d'un système social complexe.

Traiter de l'industrie du futur ne peut donc se faire sans aborder, notamment, le futur du système de formation, le futur du cadre légal et réglementaire des activités économiques, du marché du travail, le futur des écosystèmes territoriaux[36]. Cela ne peut se faire non plus sans traiter de l'organisation et du management des entreprises industrielles. Il serait fort risqué de se projeter en ne s'attachant à traiter qu'une partie restreinte d'un système complexe, où les autres parties seraient réduites à *toutes choses restant égales par ailleurs*. « Il nous faut apprendre à envisager ensemble le technique, le social et le sociétal » (Hatchuel A., 2015).

▶ Envisager ensemble le technique, le social, le sociétal

Quand bien même, traitant de l'industrie du futur, on ne s'attacherait qu'aux évolutions des technologies et à l'appréhension de leurs impacts sociaux, une approche systémique élargie s'imposerait comme elle s'est imposée à des historiens des techniques tels Maurice Daumas et Bertrand Gille. Un

36 D'autres dimensions seraient à prendre en compte comme le système financier, le système de la recherche et son articulation public/privé… mais nous sortirions alors du cadre social que nous nous sommes fixés.

« système technique », écrivait ce dernier dans *Histoire des techniques*, est « l'ensemble des cohérences qui se tissent à une époque donnée entre les différentes technologies et qui constitue un stade plus ou moins durable de l'évolution des techniques. [...] **L'adoption d'un système technique entraîne nécessairement l'adoption d'un système social afin que les cohérences soient maintenues.** »

Une lecture en sens inverse peut être faite du lien entre les deux systèmes : **l'état d'un système social a une influence certaine sur la mise en place et l'appropriation d'un nouveau système technique** ; il peut le faciliter ou le freiner selon l'état de cohésion, d'éveil, d'ouverture, de perméabilité aux novations, où il se trouve. Nous l'avons vu avec certains index plus haut, la France n'est pas bien placée à cet égard.

L'environnement social peut être abordé et analysé à plusieurs niveaux : *macro*, celui de la société, des systèmes nationaux et des règles qui y prévalent ; *méso*, celui de chaque branche ou de chaque filière d'activités, ou bien de chaque territoire ; *micro,* celui de chaque entreprise concernée et enfin le niveau des individus. Le niveau des entreprises sera abordé aux chapitres III et IV ; celui des territoires au chapitre VI ; celui des individus dans plusieurs chapitres, dont le V pour la formation professionnelle.

▶ Prendre en compte, au niveau macro, les réalités sociales actuelles est indispensable

Au niveau *macrosocial* donc, le souci de l'État devrait être de créer des conditions favorables à la diffusion des technologies 4.0, celles qui présentent le plus d'enjeux, et à l'adaptation du tissu social aux nouvelles exigences de l'économie, de l'industrie en premier lieu. Pour cela, il doit prendre en compte les réalités sociales, les imaginaires prégnants, les comportements répandus, les attentes insatisfaites[37].

37 Nous avons évoqué certains d'entre eux au chapitre 1.

Ainsi, nous ne saurions tenir pour accessoire la situation de notre système d'éducation et de formation professionnelle telle qu'elle apparaît dans des classements de l'OCDE comme PISA *(Programme for International Student Assessment)* ou PIAAC *(Programme for International Assessment of Adult Competencies)* car l'économie – l'industrie en l'espèce – a besoin, pour prospérer, d'un substrat social aux « teneurs » adéquates en compétences et en qualifications. Le document « Perspectives de l'OCDE sur les compétences 2017 », portant sur le cas de la France, en éclaire les enjeux[38].

Nous pourrions ajouter à cela que seulement 15 % de la population active a un diplôme supérieur ou égal au niveau bac + 2, que 25 % a au plus un certificat d'études. Même si le diplôme « ne fait pas tout », cette réalité-là, qui reflète néanmoins un niveau de culture technique ou économique, est aussi à prendre en compte.

La qualité de l'offre de formation initiale

« Même si l'élévation du niveau d'études des jeunes générations va augmenter le niveau de compétences des actifs, la qualité de l'offre de formation initiale risque de continuer à peser sur notre performance productive. En effet, alors qu'ils étudient désormais aussi longtemps que dans les autres pays, les jeunes français sortent de leurs études avec un niveau de qualification inférieur : le niveau de compétences des Français de 25-35 ans [...] reste en dessous de la moyenne des pays participants à l'enquête PIAAC, à niveaux de scolarités comparables. »

France Stratégie. Comprendre le ralentissement de la productivité en France. Note d'analyse N° 38. Janvier 2016.

Alors, le risque le plus grand est celui de la fracture entre les actifs qui sauront s'adapter aux changements annoncés et les autres, menacés de marginalisation, de précariat, risquant de rejoindre la masse actuelle des chômeurs de longue durée. C'est un défi majeur.

38 Voir l'annexe 2 du présent rapport.

▶ Notre droit du travail est-il adapté ?

Abordant la thématique de l'industrie du futur, nous ne pourrions non plus tenir pour accessoire l'état de notre droit du travail, plus largement de notre législation sociale. Est-elle adaptée aux exigences de l'industrie du futur ? Est-ce que notre société est prête à accepter des évolutions de *droits acquis*, la propagation de pratiques encore marginales (hybridation d'activités, de statuts, de contrats…) ainsi que le prédisent les études prospectives sur le nouveau monde industriel ? La nature et la perception du travail sont, affirme-t-on, en train de changer.

Un récent sondage[39] révèle que pour 72 % des cadres, le contrat à durée indéterminée (CDI) ne sera plus la norme. Mais est-ce que 72 % des cadres seraient disposés à l'accepter pour eux-mêmes ? Et 87 % d'entre eux pensent que chacun aura plusieurs statuts dans son parcours professionnel. Sont-ils prêts à vivre cette instabilité ? Par ailleurs 85 % des actifs pensent qu'il est bon de changer une fois de métier dans sa vie. Y sont-ils réellement préparés ?

Le droit du travail, empilement de règles nées à diverses époques, parfois anciennes, avait besoin d'être revu, non parce qu'il créerait du chômage, mais parce qu'il créait certaines lourdeurs ou rigidités qui pouvaient entraver la flexibilité et la réactivité des entreprises et donc y menacer des emplois. Bien entendu, il existe d'autres points de vue à cet égard.

Les évènements de 2016 liés à la loi relative au travail, à la modernisation du dialogue social et à la sécurisation des parcours professionnels (Loi Travail ou Loi El Khomri) montrent combien sont nécessaires l'expression d'un dessein, la mise en perspective d'un projet, la concertation entre ses parties prenantes. Sera-ce suffisant ?

Quoi qu'il en soit, comme les lois des systèmes le suggèrent, **l'industrie du futur ne peut se construire avec des règles sociales qui seraient du passé, une industrie en mouvement ne peut pas prospérer dans une société qui serait immobile.** Mais en même temps, une industrie du futur ne serait appro-

39 .Baromètre de la Fondation ITG, TNS Sofres et Taddeo, Avril 2016

priable par le plus grand nombre sans que soient dignement traités les cas des personnes que les mutations fragiliseraient, voire excluraient du travail.

Le précariat pourrait être, si l'on n'y prend garde, un *produit toxique* de l'industrie du futur.
Plus le droit du travail est assoupli, plus les dispositifs de sécurisation des parcours individuels doivent être renforcés.

▶ Les nouvelles législations sociales sauront-elles faciliter l'avènement de l'industrie du futur ?

L'accompagnement des transitions vers l'industrie du futur devient crucial et plutôt que de s'en remettre aux seules règles existantes, il faudrait imaginer celles qui viendraient se substituer demain à des règles anciennes.

Il est généralement admis que cette industrie exige plus de souplesse dans les règles qui régissent le travail mais, en même temps, notre culture sociale réclame plus de sécurité pour tous. Cela renvoie au concept de *flexisécurité* auquel la France n'a pas encore su ou pu donner corps. Les modèles nord-européens, cités à cet égard en exemple, se fondent sur des réalités sociales différentes des nôtres et ont un coût que l'état de nos finances publiques ne permettrait probablement pas de supporter40. Il nous faut donc inventer une voie française de la *flexisécurité*.

Des dispositifs nationaux existent qui devraient y concourir. Mais ils sont récents – et changeants – : le Compte personnel de formation (CPF) – qui vient de remplacer le Droit individuel à la formation (DIF) –, le Conseil en évolution professionnelle (CÉP), demain le Compte personnel d'activité (CPA). Ces dispositifs ont été créés par *la loi relative à la formation professionnelle, à l'emploi et à la démocratie sociale* (loi du 5 mars 2014). Ils vont dans le bon sens. Mais ils sont complexes, pour ne pas dire bureaucratiques, et encore

40 Nous pouvons toutefois penser que certaines économies induites compenseraient ce coût.

insuffisamment financés ; ils risquent d'ores et déjà, si l'on n'y prend garde, de se révéler soit inégalitaires, en n'étant utilisés que par les plus avertis, soit réduits à ne servir qu'aux demandeurs d'emploi[41].

Le système actuel de sécurisation des parcours n'est pas satisfaisant

« La multiplicité des dispositifs et la complexité du système interrogent sur son efficacité globale. Le manque de lisibilité et la dispersion des moyens appellent à une nécessaire simplification du système actuel. Aujourd'hui, les droits acquis en matière de sécurisation des parcours professionnels dépendent du statut de la personne et/ou des caractéristiques de l'entreprise pour laquelle elle travaille. Or, les modalités sous lesquelles les contrats prennent fin ont significativement évolué, par exemple en ce qui concerne le recours plus important au CDD et à la rupture conventionnelle. Il en résulte une inégalité forte entre les différentes catégories de salariés, qui ne sont pas égales face à l'effort d'accompagnement. […] Il est indispensable de doter tous les actifs […] de véritables ressources, aisément appréciables, susceptibles d'être mobilisées librement et sans contrainte par les personnes pour financer tout type de prestation liée à un objectif de formation professionnelle. »

Institut Montaigne. *Un capital emploi formation pour tous*. Étude. Janvier 2017.

Mais il faut aller jusqu'au bout de la logique des droits attachés à la personne. L'Institut Montaigne propose la création d'un *capital emploi formation* pour tous les actifs. Son utilité paraît évidente dans le cas de la métamorphose annoncée. Encore faut-il que ce *capital* soit dûment doté.

Au niveau *méso*, le rôle des branches est majeur. La préférence donnée aux filières dans la réflexion stratégique de l'État, notamment au sein du Conseil national de l'industrie, ne doit pas occulter le rôle essentiel des organisations professionnelles, syndicats d'employeurs, syndicats de salariés, acteurs

41 Le Conseil national de l'emploi, de la formation, de l'orientation professionnelle (CNEFOP), dans son rapport 2017 sur la mise en œuvre du CÉP et du CPF, en pointe les premiers dysfonctionnements et met en avant des mesures pour les corriger. D'autres analyses sont plus sévères. Cf la tribune *Il faut libérer la formation professionnelle du vieux monde*, publiée par un collectif de dirigeants d'entreprise et d'organisme de formation. Le Monde, 19 juillet 2017.

des branches, qui ont à décliner les orientations définies et les dispositions arrêtées (au niveau macro), en prenant en compte les pratiques et attentes des entreprises et de leurs collaborateurs (au niveau micro). Même si elle est controversée, la tendance est aujourd'hui à la déconcentration du dialogue social ; les acteurs doivent se l'approprier. C'est au niveau des branches que doivent être recherchés les moyens les plus adéquats de réduction des risques, de sécurisation des parcours des actifs, de lutte contre l'isolement des plus fragiles, en s'appuyant sur les dispositifs nationaux, mais en les corrigeant de leurs défauts ou de leurs effets négatifs et, si nécessaire, en les complétant. C'est bien au niveau des branches – dont le nombre est à réduire sensiblement – et non des filières[42], que doivent être déclinées concrètement les modalités nouvelles de travail que le droit aurait créées ou précisées : portage salarial, télétravail, entrepreneuriat alterné, CDI de projet, etc. qui contribuent à un assouplissement des règles donnant plus de flexibilité aux entreprises industrielles (et aux autres).

Les organisations professionnelles ont un rôle important à jouer. Les partenaires sociaux doivent en particulier intégrer le fait que l'hybridation des compétences – tendance lourde de l'industrie du futur – conduit à la coopération, à l'intégration sur des plateformes collaboratives d'acteurs venus de plusieurs entreprises de divers secteurs d'activité. Cela doit conduire les organisations professionnelles, les branches, à leur niveau, à plus de coopération entre elles. Des espaces de concertation qui les rassemblent, comme l'Alliance Industrie du Futur, sont utiles.

42 « Une branche (ou branche d>activité) regroupe des unités de production homogènes, c>est-à-dire qui fabriquent des produits (ou produisent des services) qui appartiennent au même item de la nomenclature d>activité économique considérée » (source : INSEE). Une branche est un espace de concertation et de négociation entre partenaires sociaux.

« La filière désigne couramment l>ensemble des activités complémentaires qui concourent, d>amont en aval, à la réalisation d>un produit fini. La filière intègre en général plusieurs branches » (source : INSEE). La filière peut être un espace de concertation et de coordination d'acteurs de diverses branches qui y sont impliqués. Le Conseil national de l'industrie (CNI) est structuré en Comités stratégiques de filière.

Une économie ouverte, réactive, flexible, impose la réduction de frontières fixées en d'autres temps et la remise en cause de règles datées ; elle appelle à une évolution des réglementations (et leur simplification) facilitant les fluidités et les porosités mais apportant une vraie sécurité pour les actifs.

▶ Une remarque s'impose ici : le plan *Industrie du futur* est par essence interministériel

C'est pourquoi la conduite du plan *Industrie du futur* devrait revenir autant au ministère en charge de l'économie et de l'industrie (c'est le choix politique qui a été fait) qu'aux ministères en charge de l'Éducation nationale, nous l'avons dit, de l'enseignement supérieur et de la recherche, de l'innovation, et ceux en charge du travail, de l'emploi, de la formation professionnelle[43].

Nous verrons (chapitre VI) que le ministère en charge de l'aménagement des territoires est aussi concerné.

43 À cet égard, le rapport commun du ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche (IGEN et IGAENR), du ministère du travail, de l'emploi et de la formation professionnelle (IGAS) et du ministère de l'économie, de l'industrie et du numérique (CGEIET) portant sur « Les besoins et l'offre de formation aux métiers du numérique » (février 2016) est une initiative heureuse. Désormais, la mise en œuvre de ses recommandations revient, également et conjointement, à ces trois ministères. Il n'est pas acquis qu'il en soit ainsi.
Une décision récente du gouvernement, reprise dans plusieurs décrets du 24 mai 2017, place la délégation générale à l'emploi et à la formation professionnelle (DGEFP) sous la triple tutelle du ministère du travail, du ministère de l'éducation nationale et du ministère des solidarités et de la santé. C'est une novation intéressante, même s'il y a des ambigüités sur les périmètres des tutelles et si leurs modalités ne sont pas encore connues. On peut s'étonner toutefois que le ministère en charge de l'enseignement supérieur ne soit pas présent. Ce qui renforce les interrogations sur les prérogatives réelles de ministères, comme celui de l'éducation nationale, dans la tutelle de la DGEFP.

Chapitre III

Management et organisation des entreprises pour l'industrie du futur

« Depuis le début du XXe siècle, il n'est plus possible de réfléchir à l'industrie sans penser l'entreprise qui en est le véhicule social et légal »[44].

Les entreprises sont en effet les principaux acteurs de l'industrie du futur. C'est à leur niveau que, pour l'essentiel, se créent la valeur, les richesses qui sont la source d'un développement social, local et global. C'est l'ensemble de leurs décisions d'investissement, de leurs décisions organisationnelles et de leurs pratiques de management, heureuses ou inadaptées, qui contribuera à l'essor de l'industrie du futur, ou bien l'entravera. C'est là – nous parlons ici plutôt des entreprises « classiques » impactées par les technologies 4.0 et par de nouveaux modèles économiques associés – que se prennent, ou non, les virages nécessaires à l'adaptation de l'offre de systèmes, produits, services et de ses soubassements en termes de processus et d'organisation. Cela passe notamment par de nouvelles pratiques de management et l'instauration d'un climat de confiance dans l'entreprise, ainsi que par une gestion prévisionnelle adéquate des emplois et des compétences.

44 Hatchuel A. (2015)

Management des entreprises industrielles : un état des lieux

Selon le sondage réalisé par *OpinionWay* pour Ernst & Young (octobre 2016) auprès des entreprises industrielles françaises :

- 89 % des dirigeants mettent en avant l'organisation, la flexibilité, la réactivité comme les axes de développement de leur entreprise.
- 78 % d'entre eux désignent la compétence de leurs collaborateurs comme l'enjeu principal.
- 37 % des entreprises ont une feuille de route de leur transformation.
- 20 % d'entre elles ont désigné un chef de projet Industrie du futur dans leur comité de direction.

Bien que cette enquête, réalisée auprès de seulement 127 chefs d'entreprise, pêche par un manque d'assise statistique, elle révèle néanmoins, tout à la fois, une certaine prise de conscience des enjeux et un retard dans la mise en œuvre méthodique d'une transformation profonde.

▶ L'engagement des chefs d'entreprise est essentiel

La prise de conscience d'un changement de paradigme industriel n'est pas générale, notamment dans les PME et les entreprises de taille intermédiaire (ETI). Or tout changement à conduire, et celui-ci est majeur, passe par l'engagement personnel des chefs d'entreprise.

« *Good Leaders are Good Learners* »[45] titrait récemment la *Harvard Business Review*[46]. C'est la conscience des mutations en cours ou à venir qu'il convient de développer chez les chefs d'entreprise, notamment des patrons 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. Nous y reviendrons (voir les chapitres V et VI notamment).

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. Enserrée dans des contraintes de court terme (clients à servir, trésorerie à assurer, compétitivité à préserver,

45 Expression pouvant être traduite par : les bons dirigeants sont de bons apprenants.

46 HBR [site]. 10 août 2017.

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 *repreneuriat* se pose dans un nombre considérable de PME industrielles, dirigées par des *baby-boomers* nés dans les années quarante et 50. Les écoles de management et les facultés de gestion devraient y attacher une importance comparable à celle qu'elles accordent à l'entrepreneuriat.

- **L'émergence de l'industrie du futur serait une occasion de donner corps à des principes régénérateurs de l'entreprise.**

En abordant les entreprises par le biais de leurs stratégies, organisations et management, nous nous situons au niveau microsocial où les politiques publiques semblent avoir relativement peu de prise. Sauf à instituer de

nouvelles normes ISO et à faire de leur respect un préalable à l'éligibilité à des appels à projets ou des appels d'offres, et à développer des actions de sensibilisation et des formations en écho. Mais ce levier est à manier avec précaution car nous sommes à un moment où l'accroissement de la pression normative risquerait de la rendre mal supportable.

D'une façon générale se pose, pour l'économie du futur, la question du devenir de l'entreprise, du concept même d'entreprise qui, dans les soubresauts qu'elle connaît, perd de ses fondements. Hatchuel A. et Segrestin B. (2012) ont mis en exergue quatre principes qui la refonderaient :

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

Ces principes valent pour toutes les entreprises, dont celles porteuses de l'industrie du futur, peut-être plus que d'autres, qui prospéreraient d'autant mieux qu'ils seraient respectés.

Nous choisissons ici de nous arrêter sur cinq thématiques d'organisation et de management, de natures différentes, qui prennent une importance accrue pour le passage vers l'industrie du futur :

- un management qui prend en compte les aspirations des jeunes collaborateurs ;
- un management fondé sur la confiance ;
- un management collaboratif ;
- la reconnaissance du facteur qualité de vie et santé au travail ; une gestion adéquate des emplois et des compétences.

Nous aurions pu en ajouter d'autres. L'ouverture au monde (qui transparaît dans la réflexion prospective sur les emplois et les compétences), par exemple, aurait pu faire l'objet d'un développement particulier tant son absence est un facteur d'immobilisme. Certaines des actions d'accompagnement des entreprises y pourvoient.

▶ Un management qui prend en compte les aspirations des jeunes générations, celles qui seront au cœur de l'industrie du futur.

L'industrie du futur se fera pour beaucoup avec et par les jeunes générations, les *millenials* et les générations Y et Z, selon des expressions usitées. Il faut tenir compte de leurs aspirations dans les pratiques de management, les mettre au centre de la conception de nouvelles organisations compte-tenu de la place que ces générations occuperont demain. Deux enquêtes récentes, l'une s'intéressant à l'ensemble des jeunes actifs, l'autre aux jeunes diplômés du supérieur, montrent que de nouvelles valeurs partagées et de nouvelles pratiques assumées sont attendues des jeunes générations. Elles sont une condition de leur implication dans l'entreprise. Elle doit les mettre en situation de tirer le meilleur parti de leur contexte professionnel, de leurs expériences, pour progresser. Ces enquêtes montrent aussi leur conscience des incertitudes et des instabilités de l'économie contemporaine.

Les jeunes générations et le travail

- Pour 93 % d'entre eux, avoir un revenu constitue la raison première et incontournable du travail.
- Pour 56 % d'entre eux, l'épanouissement et la réalisation de soi d'une part, le développement des compétences d'autre part sont des objectifs assignés au travail.
- Bien que 80 % des jeunes interrogés se disent confiants dans l'avenir de leur entreprise, environ 50 % disent aussi être prêts à la quitter d'ici 3 ans.
- 42 % aspirent à prendre des responsabilités d'encadrement.
- 30 % souhaitent évoluer dans leur métier et 20 % entendent changer de métier.
- 8 % pensent être dans le même poste d'ici 3 ans.

Source : Sondage CEGOS auprès des 20-30 ans actifs (avril 2017).

Les *millennials* diplômés

« Les jeunes diplômés 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 ».

Source : Baromètre Deloitte OpinionWay sur les *millennials* diplômés, édition 2017.

Une chance est que leurs aspirations correspondent, pour beaucoup, aux caractéristiques que doivent présenter les entreprises du *nouveau monde industriel*.

Parmi les attentes exprimées par les jeunes générations il y a **l'autonomie** ; elle peut être individuelle, mais plus encore collective, celle de l'équipe. Elle est une marque de confiance ; elle n'est pas un abandon. Or une récente étude de la DARES montre que l'autonomie régresse aujourd'hui dans les entreprises, pour l'ensemble des catégories socioprofessionnelles[47]. Le World Value Survey place à cet égard la France en mauvaise position[48]. Bien entendu le travail prescrit, antonyme d'autonomie, touche plus les ouvriers et employés que les cadres, mais c'est l'évolution d'ensemble qui n'est pas actuellement satisfaisante à cet égard. Les enquêtes montrent aussi, ce qui est positif, une montée des **solidarités au quotidien**, verticales et horizontales, face à un travail délicat ou compliqué.

▶ Un management fondé sur la confiance facilite les transitions

Il ne peut y avoir de futur *aimable* qui ne se bâtisse sur la confiance. D'aucuns disent de notre société qu'elle est minée par la défiance. Elle s'est

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

48 Voir chapitre 1.

installée dans des relations numériques fondées sur des algorithmes inaccessibles et secrets qui influencent nos vies ou les suivent à la trace.

Les avancées technologiques, sauf dans quelques rares domaines, dont celui de la santé, ne sont plus une source reconnue de progrès social[49]. Certains dispositifs, fondés sur des technologies 4.0, sont perçus comme des mouchards dans la vie privée ou des délateurs dans la vie professionnelle. L'industrie du futur devra, dans toute la mesure du possible, se parer contre ces perceptions par des règles éthiques si elle veut prospérer sainement et donner confiance aux parties prenantes. Les systèmes devront gagner en transparence ; des représentants des acteurs concernés devront, pour cela, être associés à la conception des process, et au traitement des données qu'ils produiront.

▶ L'émergence de l'industrie du futur crée des chocs culturels par la convergence d'entreprises fondamentalement différentes, porteuses de technologies complémentaires

L'industrie du futur se construit à partir d'entreprises d'origines diverses qui se rapprochent, collaborent, parfois fusionnent ou s'absorbent. Ces entreprises ont trois origines principales :

(i) une industrie existante, qualifiée de *classique* (parce que native du XXe siècle, voire du XIXe), qui est appelée à intégrer des technologies 4.0 à son portefeuille de technologies et à redéfinir son offre en l'orientant de façon plus affirmée vers les préoccupations, les besoins et/ou les expériences de ses clients, et de ses collaborateurs ;

(ii) une industrie naissante ou en développement, qualifiée de *nouvelle,* qui se construit autour de technologies 4.0 (mais aussi 3.0) avec des approches collaboratives, un sens aigu de l'intelligence collective ; on y trouve notamment les offreurs de briques technologiques ;

(iii) un secteur de services avancés à l'industrie, incluant les *HIKS*[50], qui

49 Voir le rapport de l'Académie des technologies : *La perception des risques* (2016).

50 *High Intensity Knowledge Services*

est, à certains égards, culturellement proche de l'industrie nouvelle ; on y trouve en particulier les offreurs de solutions industrielles intégrées.

Chaque entreprise, selon son histoire, ses traditions, ses valeurs, c'est-à-dire les opinions qui y sont partagées, génère une culture propre.

Pour conférer une certaine continuité dans ses activités (éviter les ruptures auxquelles elle répugne), l'entreprise *classique* privilégie plutôt la prévision, l'anticipation et l'innovation incrémentale quand l'entreprise *nouvelle*, née dans un environnement marqué par l'instabilité et des discontinuités permanentes, joue plutôt la carte de la réactivité et cherche d'abord à promouvoir l'innovation radicale.

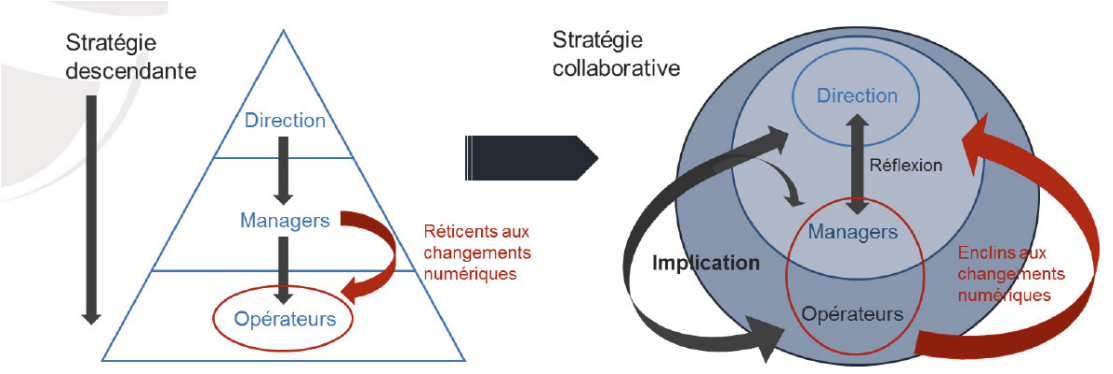
Compte tenu de leurs cultures, de leurs stratégies et de leurs philosophies de management respectives, la convergence d'entreprises de la première origine avec des entreprises des deux autres origines crée des tensions qui fragilisent leurs associations.

Ainsi, par exemple, les start-up sont de plus en plus souvent considérées comme des laboratoires d'innovation : quand un besoin d'innovation rencontre un besoin de structuration, de capitaux et de visibilité, alors l'association d'une entreprise *classique* et d'une start-up peut être fructueuse. Un rapprochement mal conduit, ou vécu, peut conduire à l'échec.

On pouvait noter, avant même l'arrivée de l'ère technologique 4.0, que quelques entreprises de la première origine avaient cherché, non sans difficultés, à intégrer des modes et des pratiques de management propres aux entreprises de la deuxième origine, tant elles avaient conscience que les évolutions de leur environnement les pressaient de mettre en place des formes plus réactives de leur organisation et plus flexibles de leur production.

► Un management collaboratif est à mettre en œuvre dans les entreprises classiques 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 pour nous, dans le contexte social où nous nous situons, la principale différence entre la plupart des entreprises *classiques* (ou la stratégie descendante est encore largement répandue) et les entreprises *nouvelles*.



Source : CETIM

Stratégie descendante contre stratégie collaborative : une « querelle » des anciens et des modernes…

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.

Le Power Distance Index[51] classe la France en 42e position dans les pays de l'OCDE avec une note de 68/100 quand les États-Unis avec 40/100 et l'Allemagne et le Royaume-Uni avec 35/100 sont nettement mieux placés.

- ***La qualité de vie et la santé au travail* sont importantes, notamment pour conduire à bonne fin des changements sociaux.**

Une solution technologique peut être introduite pour améliorer l'offre faite aux clients et 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 conditions de 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., aura limité les risques de rejet.

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 de risques psychosociaux.

Une quête de légitimité

« Il y a bien une *tutelle morale* qui fonde l'acceptabilité d'une technologie. Et il semble que ce soit toujours, quand il s'agit en France d'en diffuser en profondeur les effets, la dimension morale qui soit mise en avant. En général sous les traits de la santé publique ou de l'hygiène. L'ingénieur et le médecin ont ainsi partie liée. Ils participent d'un même projet, ils en confortent la légitimité. »

Yves Stourdzé. *Autopsie d'une machine à laver*. Revue *Le débat*. Décembre 1981.

51 Voir en fin de rapport la liste des index et leur présentation.

Cette dimension peut justifier le recours à des technologies 4.0 (les *cobots*, par exemple, pour réduire la pénibilité de tâches ; la réalité virtuelle et augmentée pour réduire les risques d'erreur, le stress d'opérateurs, etc.). Prise en compte, elle facilite l'adoption de technologies 4.0 complexes. Le design et l'ergonomie des nouveaux outils, machines, logiciels, la qualité de leurs interfaces avec les opérateurs, s'avèrent déterminants.

Par ailleurs, proposer un environnement de travail de qualité à la hauteur de la promesse faite aux clients est un facteur d'attractivité et de fidélisation des collaborateurs[52]. C'est aussi une composante d'une image globale de qualité de l'entreprise[53].

Au niveau de chaque agent, le risque de l'introduction de certaines technologies 4.0 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 **perte d'un pouvoir d'agir** est un des risques psychosociaux majeurs attachés à un changement technique et/ou organisationnel. L'agent pourrait aussi connaître un inconfort ou un stress, notamment en période de transition marquée par des incertitudes, qui lui serait néfaste.

L'expérience montre que des changements profonds dans les méthodes de travail, les outils utilisés, les modes d'organisation sont générateurs d'autres 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

52 Certaines firmes vont jusqu'à promouvoir le bonheur en entreprise et mettent en place depuis peu des *Chief Happiness Officers (CHO)*. Il est un peu tôt pour porter un jugement sur ces initiatives.

53 Voir le cas de la firme allemande Audi, qui lie étroitement qualité du produit et qualité du cadre et des conditions de travail des opérateurs, entreprise modèle et avant-gardiste à cet égard.

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 prise 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, nous y reviendrons : cela veut dire du temps dégagé et utilisé à bon escient. Une question demeure : qui définira le *bon escient* ?

Une gestion efficiente des ressources humaines prend en compte ces écueils, comme auront été prises en compte, plus globalement, en amont, les inquiétudes liées aux effets sociaux des technologies 4.0. Les managers doivent en être conscients. Les services en charge des ressources humaines doivent être préparés à les prévenir et les traiter.

Un autre important volet du management des entreprises est la **gestion prévisionnelle des emplois et des compétences.** Dans le contexte de l'industrie du futur, elle prend une place plus stratégique qu'elle n'en occupa par le passé, en même temps qu'elle est frappée de plus grandes incertitudes. Elle déborde même le périmètre de chaque entreprise pour aller vers des systèmes de gestion territoriale des emplois et des compétences. Nous en traitons dans le chapitre suivant.

Chapitre IV

Une gestion prévisionnelle adéquate des emplois et des compétences

La gestion prévisionnelle des emplois et des compétences (GPEC) est une démarche classique, à **vocation préventive**, des directions de ressources humaines des grandes et moyennes entreprises. Elle a pour but de permettre à l'entreprise d'anticiper les évolutions socio-économiques, technologiques ou organisationnelles et d'adapter les compétences des salariés pour faire face à ces évolutions. Elle a montré une certaine efficacité en période relativement stable de l'économie et de la vie d'une entreprise. En vogue dans les années quatre-vingt, elle semble avoir perdu de son intérêt depuis. Ses limites sont vite atteintes en période de turbulences : changement d'actionnaires et de stratégie, fusion – absorption, changements soudains et rapides dans les technologies, dans l'offre et les procédés… La période actuelle de la vie des entreprises, marquée de grandes incertitudes et frappée par de soudaines ruptures, paraît peu propice à la GPEC. Et pourtant…

La GPEC a été remise en selle par la loi relative au dialogue social et à l'emploi (loi du 17 août 2015) : désormais les entreprises occupant 300 salariés ou plus doivent engager des négociations sur ce thème au moins tous les trois ans et celles de moins de 300 salariés peuvent bénéficier d'un dispositif d'appui-conseil et d'une aide financière de l'État pour élaborer un plan de GPEC. Le plan de formation de l'entreprise doit s'articuler avec la GPEC. Pour autant l'environnement de l'entreprise reste largement imprévisible. C'est pourquoi certains parlent plutôt de **vision prospective partagée des emplois et des compétences** (VPPEC) d'où la dimension *gestion* semble

retirée. Même si l'exercice de GPEC est utile, plus peut-être dans sa conduite que dans son résultat, *la solution* viendra pour beaucoup d'ailleurs.

Aujourd'hui, et sûrement pour longtemps, deux maîtres mots du management des entreprises s'affirment comme des garanties pour l'avenir : **flexibilité** et **réactivité** ; une GPEC adéquate doit en faciliter la concrétisation, sur le volet des compétences à renforcer, sur celui des emplois à transformer ou à créer ; elle donne une place centrale à la sécurisation des parcours des individus.

▶ Un essai continu d'anticipation des compétences et des emplois de demain est aussi utile que complexe et risqué.

Pour illustrer le propos, prenons l'exemple des activités de conception (de *design*, en langue anglaise). Nous savons par exemple – des études nombreuses le montrent – quelles sont les compétences à renforcer aujourd'hui dans l'univers de la conception, compte tenu des mutations en cours. France Stratégie et le CÉREQ ont identifié les métiers « cœur du numérique » à enjeux pour les années à venir, dont ceux directement liés à la conception[54]. Le tableau ci-dessous en donne une liste.

54 France Stratégie et CÉREQ. *Vision prospective partagée des emplois et des compétences. La filière numérique.* Rapport du Réseau Emplois Compétences. Juin 2017.

Famille de métiers	Intitulé des métiers
Programmation et développements	Développeur Ingénieur étude et développement Architecte logiciel
Métiers de l'intelligence artificielle et de la donnée	Administrateur de bases de données *Data Analyst* *Data Scientist*
Infrastructures, *clouds*, réseaux, *data centers*	Technicien *Cloud* et réseaux Ingénieur *Cloud* et réseaux Architecte *Cloud* et réseaux. Urbaniste
Maintenance, assistance et support d'exploitation	Technicien de maintenance, support, services aux utilisateurs
Interfaces utilisateurs et créations numériques	*Web designer* Designer d'expérience et d'interface Ergonome Directeur artistique Showrunner/Story architect/Transmedia propducer

Un exercice similaire effectué en Californie, dans l'univers de la conception *(design) au cœur du numérique*, donne une liste quelque peu différente d'emplois recherchés[55] :

- Augmented Reality Designer,
- Avatar Programmer,
- Chief Drone Experience Designer,
- Conductor,
- Cybernetic Director,
- Embodied Interactions Designer,
- Fusionist,
- Human Organ Designer,
- Intelligent System Designer,
- Interventionist,

55 *The most important Design Jobs of the Future.* Co-design News Letter (April 2016)

- Machine Learning Designer,
- Sim Designer,
- Synthetic Biologist/Nanotech Designer,
- Etc.

Le rapprochement des deux listes, même si la démarche peut paraître superficielle, révèle néanmoins un décalage. Il s'explique par les contextes dans lesquels ont été dressées ces listes. Ce type de décalage est à exploiter pour développer une vision prospective, avec d'autres signaux, dans un exercice d'anticipation des métiers à inventer, fussent-ils éphémères, des compétences à renforcer ou à créer, tant du côté des entreprises et de leurs branches d'activité que du côté des établissements de formation professionnelle. Les observatoires des métiers doivent regarder plus souvent, plus profondément, hors de nos frontières.

Mais cela ne réduira pas totalement, tant s'en faut, la difficulté de prévoir les compétences et surtout les métiers de demain et les qualifications qui les fondent, de façon collective et encore plus individuelle. **On dit que 60 % des emplois en 2030 n'existent pas aujourd'hui et que nous serions dans l'incapacité de les décrire, moins encore de les nommer.** Cela ne concerne pas que l'industrie. Peu importe l'exactitude du chiffre, cela exprime une probabilité sérieuse qui rend l'exercice de prévision plus délicat. Cela n'exonère pas les entreprises d'un travail de réflexion prospective et d'anticipation.

▶ La GPEC sort du périmètre de l'entreprise pour s'étendre à son territoire ou à son écosystème

Mais la GPEC, à l'étroit dans le périmètre de l'entreprise, en sort désormais pour embrasser l'espace de son écosystème, de sa zone d'emploi, de son territoire. La **GPEC territoriale** peut en effet aider les entreprises, surtout quand elles ont des activités similaires ou complémentaires, à trouver en proximité les ressources dont elles ont besoin, à les former ensemble si nécessaire. La GPEC territoriale, parfois nommée gestion territoriale des emplois et des

compétences (GTEC), fédère des entreprises, des territoires, des *clusters*, tels des pôles de compétitivité, des centres techniques, des centres de formation autour de problématiques de l'emploi comme la définition de compétences requises demain ou le recrutement dans les métiers en tension aujourd'hui. Le travail sur les ressources humaines n'est pas spontanément propice au partage, la confidentialité peut l'entraver, mais il est d'une tout autre efficacité quand il se fait dans un collectif.

La GTEC pourrait être une façon, sur une zone d'emploi, de recourir à des mobilités organisées interentreprises qui permettrait une optimisation des ressources humaines concernées. La mobilité interentreprises, surtout si elle est assortie d'une montée en qualification (formation, VAE), serait acceptée dans la mesure où elle n'exigerait pas une mobilité géographique, obstacle culturel majeur à la flexibilité de notre économie (voir le chapitre VI).

▶ C'est pourquoi les emplois de demain sont aussi des emplois d'aujourd'hui transformés, l'accompagnement des actifs prenant une dimension stratégique

La disparition redoutée de nombreux métiers et l'émergence prévisible de nouveaux métiers (une traduction sociale de la *destruction créatrice* de Schumpeter) ne doivent pas occulter le fait que beaucoup de métiers existants aujourd'hui sont/seront transformés par l'arrivée des technologies 4.0, sans disparaître. De nouvelles compétences techniques et comportementales sont alors à développer. L'accompagnement du changement induit, selon diverses modalités, devient alors crucial.

Ces technologies ont des effets parfois inattendus :

– comme cela a été montré en Chine et en Corée du Sud, des technologies 4.0 permettent à des opérateurs de basses ou moyennes qualifications d'être maintenus dans des chaînes de production qui se complexifient, (assistance à opérateurs et autoformation par l'entremise de robots conversationnels, d'intelligence artificielle éducative, de réalité virtuelle et augmentée…) ;

– des métiers *classiques* (soudeur, chaudronnier, fraiseur…) augmentés par des technologies 4.0 deviennent plus attractifs et probablement plus accessibles pour de jeunes générations, *digital natives*, qui trouvent là des éléments d'un environnement numérique familier. C'est un facteur d'attractivité à exploiter dans la présentation des métiers, des qualifications, des formations qui y conduisent. En évitant toutefois des promesses qui s'avéreraient décevantes…

Le numérique modifie les méthodes de travail chez Airbus

« Prenons l'exemple d'un compagnon qui travaille sur un tronçon de fuselage. Jusqu'à présent, il recevait les instructions, généralement sur un support papier. Aujourd'hui, il peut récupérer les schémas et les instructions sur une tablette. Mais il a aussi accès à un back-office en cas de difficultés. Lorsqu'une pièce est manquante ou non conforme, il a la possibilité, via ces outils numériques, de répertorier la pièce, d'alerter le service logistique, en précisant s'il en a besoin immédiatement pour ne pas bloquer la chaîne, ou si cela peut attendre. Cette nouvelle façon de fonctionner fait interagir l'ensemble de l'entreprise et replace le compagnon au cœur du système de production. D'ailleurs, ces applications ont été très bien adoptées. Il faut maintenant que l'ensemble de la chaîne de production les mette en œuvre, ce qui est beaucoup plus compliqué sur un système de production existant que quand on démarre d'une feuille blanche. »

Fabrice Brégier, directeur général délégué d'AIRBUS. Interview dans *Les Echos*, 12 juin 2017

DR

Des technologies 4.0 au poste de travail étendu à la formation *in situ*

▶ Les chaînes hiérarchiques classiques se raccourcissent, des échelons disparaissent. Les compétences en management évoluent

L'émergence de certaines technologies donne un pouvoir accru à des opérateurs de base (le compagnon est placé au cœur du système productif chez Airbus, par exemple), conduisant à une certaine marginalisation, ou disparition d'échelons intermédiaires. Les relations directes entre services, par exemple, hors des voies hiérarchiques, s'amplifient. Dans l'industrie du futur la place du middle management est remise en cause. Cela peut être une source de blocage dans la mutation des entreprises classiques. Cela a un impact sur les compétences transversales à maîtriser.

▶ Les compétences et les qualifications requises changent à des vitesses variables, selon les secteurs, selon les fonctions occupées dans l'entreprise, mais globalement assez vite

On distingue traditionnellement les compétences techniques (*hard skills*) et les compétences comportementales, au sens large (*soft skills*).

★ Les compétences techniques requises sont assurément les plus mobiles. Mais elles n'ont pas toutes la même vitesse d'évolution.

(i) Il existe des compétences à vitesse relativement réduite d'évolution. Elles correspondent à des connaissances et des aptitudes de base, plutôt stables, qui fondent la capacité à changer de poste, de fonction, d'entreprise, de secteur ou, tout simplement, de façon d'opérer à un même poste. Nous trouvons là, à des degrés divers d'étendue et de profondeur, les mathématiques, la physique, la technologie, l'informatique (algorithmes et codes) auxquelles s'ajoutent des techniques de conception, la gestion de projet et l'aptitude à penser de façon systémique.

(ii) Il existe des compétences à vitesse relativement élevée d'évolution et des compétences nouvelles (exemple : exploitation et usage des data), avec

les connaissances qui les fondent. Ce sont des compétences opératoires, évolutives, qui sont spécifiques à l'emploi occupé, qui changent dans l'emploi occupé et avec l'emploi occupé. La flexibilité et la réactivité sont nécessaires dans la gestion des compétences. L'innovation éducative s'impose aussi car cette instabilité appelle de nouvelles voies d'accès aux connaissances et de développement des compétences (voir chapitre V).

★ Les compétences comportementales, parfois qualifiées de transversales, prennent une place accrue dans l'industrie du futur, plus largement dans l'économie du futur.

Le Forum économique mondial (Davos) s'est récemment penché sur la question des compétences transversales à développer et les a hiérarchisées (voir le tableau ci-après). Avec le maintien en première place de la capacité à la résolution de problèmes complexes, le plus significatif est probablement l'apparition pour 2020 de la créativité en 3e position, la remontée de la pensée critique et l'entrée dans cette courte liste de la flexibilité cognitive56. Autant de compétences transversales qui sont caractéristiques d'une période de remise en cause, d'incertitude, qui semble appeler des réponses radicalement nouvelles aux questions à traiter.

56 La disparition dans ce classement du contrôle qualité reflète aussi une évolution dans le management des entreprises.

Source : *World Economic Forum Report : The Future of Jobs* **(2016)**

L'exigence d'un socle commun de connaissances et de compétences transversales a conduit les partenaires sociaux à concevoir le *certificat Clé*A. La démarche s'articule autour d'un référentiel unique. Elle est particulièrement adaptée aux personnes sans aucune certification.

Étant interprofessionnel, reconnu au niveau national, le *certificat Clé*A doit garantir un niveau d'exigence homogène sur tout le territoire et dans tous les secteurs d'activité[57]

57 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 envi-

Il est nécessaire de faire évoluer les contenus des enseignements professionnels, au-delà de leurs dimensions technologiques, en formation initiale et continue, à tous niveaux, pour intégrer les compétences comportementales ou transversales. Mais celles-ci ne s'acquièrent pas aisément dans le cadre de formations classiques, instituées. Dans les établissements de formation, l'approche par projets permet d'apporter des réponses, en particulier par des compositions d'équipes hétérogènes, par des séquences immersives dans des milieux inattendus, etc. En entreprises, elles peuvent nécessiter des programmes d'accompagnement (coaching, par exemple) souvent coûteux.

★ Les qualifications requises pour occuper des emplois, pour tenir des rôles, changent aussi vite que les compétences qui les sous-tendent : il y a des compétences à vitesse élevée ou réduite d'évolution, il en va de même pour les qualifications. Par ailleurs, il se confirme, dans ce nouveau monde industriel, qu'il n'y a pas de voie unique d'accès à une qualification. Chacune est le terme d'un grand nombre de parcours possibles : cursus de formation, initiale ou continue, en alternance ou non, expériences successives, professionnelles ou non, travaux personnels ; chacune de ces voies concourt à la construction de ***blocs de compétences***, validés par certification ou validation des acquis de l'expérience (VAE), dont l'agencement singulier conduit à une qualification particulière. Le concept de blocs de compétences a été introduit pour la première fois, dans un texte législatif, par la loi du 5 mars 2014. Il va prendre une place importante dans la construction des parcours de formation. Les parcours conduisant à des diplômes ou des titres inscrits au RNCP devraient être construits en blocs de compétences[58].

Si, dans ce contexte, le *référentiel de compétences* conserve sa pertinence (encore faut-il l'adapter rapidement pour tenir compte des évolutions

ronnementales élémentaires.

58 Afdet-Cereq (2017)

techniques), **un *programme de formation*, conçu en regard, n'est plus le chemin unique d'accès à une qualification dans l'industrie du futur.** Cela bouscule l'architecture du système national de formation professionnelle, cela appelle de nouvelles façons de gérer les parcours des individus et leurs portefeuilles de compétences, de les enrichir, de les évaluer, cela confère un statut renforcé à la VAE et cela introduit un pressant besoin d'innovations éducatives. Nous reviendrons sur chacun de ces points.

▶ Face à des incertitudes grandissantes, s'engage une quête de flexibilité

La flexibilité d'une entreprise passe par la nature de ses immobilisations et la mobilité de ses collaborateurs. L'investissement doit privilégier les machines polyvalentes ou facilement reprogrammables, les plateformes permettant d'agréger des compétences à la carte en fonction des produits ou services à délivrer.

La mobilité des collaborateurs, quant à elle, peut être géographique et/ou fonctionnelle.

★ La mobilité géographique est un sujet qui a été maintes fois traité : notre culture est globalement peu encline à cette pratique qui, pourtant, a une incidence sur la performance économique d'un pays. Tous les niveaux de CSP ne sont pas également touchés par ce trait culturel. Peut-être que, dans le cadre du plan Industrie du futur, des aides financières aux familles pour faciliter leur mobilité géographique, parmi d'autres mesures d'accompagnement, réduiraient l'obstacle à franchir. Mais les ancrages sont forts. L'apprentissage de la mobilité géographique doit se faire au plus tôt, dès le temps des études. Si elle est relativement présente dans les cursus qui conduisent aux certifications les plus élevées (grade de master, niveau I au RNCP), plus on descend en niveau, plus elle se fait rare. À cet égard, le modèle des Compagnons du devoir est exemplaire. La réponse passe notamment par le développement des internats destinés aux jeunes en

formation professionnelle et par des bourses – qui devraient être attribuées par les Conseils régionaux – de mobilité régionale et interrégionale[59].

★ Le télétravail est aussi une piste ouverte dans l'aménagement de l'espace et du temps de travail. Il existe un consensus entre les partenaires sociaux pour le faire progresser et le faire mieux reconnaître dans les dispositions législatives et réglementaires à venir. Une clarification des règles juridiques s'avère nécessaire ; la question de la réversibilité du statut reste ouverte.
Le développement de ***tiers lieux intermédiaires*** de regroupement, des espaces de coworking, est aussi une réponse envisageable[60]. Quelle que soit la formule du travail à distance qui serait retenue, celui-ci s'anticipe, se gère, s'évalue. Une attention particulière est à apporter au maintien du lien organique, bien sûr, mais aussi culturel de l'agent avec l'entreprise qui a recours à ses services.

★ La mobilité professionnelle ou fonctionnelle, quant à elle, qui fait souvent écho à la flexibilité organisationnelle, relève de la responsabilité des entreprises et s'inscrit dans leur GPEC. Elle passe par le développement, au niveau de chaque collaborateur, d'une certaine polyvalence, fondée sur l'interdisciplinarité des acquis en formation et/ou par l'expérience. C'est, en effet, par la transversalité et la transférabilité des compétences entre divers emplois, entre divers rôles, que passe cette mobilité, également par l'agilité des organisations. Elle est aussi fondée sur un management

59 Il faut saluer la création par le ministère de l'enseignement supérieur d'une bourse de 1 000€ destinés aux boursiers titulaires d'une licence inscrits en 1ère année de master dans une région académique différente de celle où ils ont obtenu leur licence. C'est un premier pas qui fait écho aux règles en vigueur pour le passage du cursus de licence au cursus de master. Une réserve : le jeune qui a obtenu une licence à Chambéry et qui est inscrit en master à Saint Etienne ne pourrait pas en bénéficier. D'où l'importance des bourses régionales suggérées ici.

60 Entre 2012 et 2017, le nombre d'espaces de *coworking* est passé en Île-de-France de 20 à 177. Source : *Arthur Loyd*, 2017. Un réseau social de travailleurs nomades vient de lancer une plateforme de *coworking* internationale entre particuliers, *GigSurfing*.

donnant place au sens du contact humain, à l'empathie, à la créativité… Ces aptitudes doivent trouver place dans les programmes d'enseignement professionnel, à tous niveaux, dans toutes les filières.

La flexibilité organisationnelle passe aussi, de plus en plus – les exigences de l'industrie du futur ne feront qu'accentuer le phénomène – par la **flexibilité des relations** qui lient l'entreprise à ses collaborateurs. L'innovation sociale se développe[61]. La création du CDI de projet concourt à accroître la flexibilité des organisations, mais peut diminuer, comme d'autres innovations socio-organisationnelles, la sécurité des parcours individuels.

L'accroissement de l'insécurité des parcours individuels dû à la montée en flexibilité des organisations est-il une fatalité ?

▶ Les parcours professionnels sont multiformes et aléatoires ; ils appellent une recherche de sécurisation accrue des actifs

Revenant au niveau de chaque individu, le concept clé dans l'ère qui s'est ouverte est celui de **parcours** et, associé à lui, celui de **sécurisation**. Le parcours doit se penser dans la durée ; il ne doit pas s'envisager aux seuls

61 Le travail en temps partagé, encadré par une loi de 2005, est encore relativement peu utilisé. Les entreprises de travail à temps partagé (ETTP) proposent des CDI à temps partagé. Un pourcentage important est recruté dans le vivier des intérimaires inscrits à Pôle Emploi. Ce sont surtout des professionnels qualifiés (RH, droit, finance) qui choisissent d'avoir plusieurs employeurs à la fois. Les entreprises de travail temporaire (ETP) peuvent exercer une activité d'ETTP.
La création du CDI intérimaire en 2014 crée une concurrence entre les ETT et les ETTP. Le dispositif des ETTP permettrait d'employer massivement en CDI des actifs de basse ou moyenne qualification. Les porteurs du projet de syndicat voient les ETTP comme un outil de déprécarisation. On peut citer aussi les groupements d'employeurs. Il en existe 5 000, dont 4 000 dans le domaine historique de l'agriculture. Il existe 710 groupements non agricoles, essentiellement des associations et quelques sociétés coopératives. Ce mouvement peut s'étendre à l'industrie bien au-delà de ce qui se fait aujourd'hui.

temps de rupture, aux seuls moments d'accident. Il doit répondre, dans toute la mesure du possible, à une logique préventive.

Le parcours, comme cela se pratique notamment dans le domaine de la recherche, doit ménager des temps de ressourcement. Ils ne sont pas réservés aux cadres supérieurs. Ce serait des moments, revenant régulièrement, tous les deux ans par exemple, de prise de recul, de visites, de rencontres, de réflexion assistée selon des modalités appropriées, moments individuels et moments collectifs. L'entretien professionnel serait un temps préparatoire aux séquences de ressourcement. Ces séquences auraient un coût qui serait traité fiscalement[62].

Définitivement, un parcours n'est pas rectiligne. Il doit être pensé comme une alternance continue. Cette expression pourrait être un oxymore si elle ne reflétait pas une exigence de changement de paradigme. Il n'y aura plus d'un côté une situation de travail, de l'autre une position de formation. Le travail est une formation et le sera de plus en plus demain avec la pénétration de certaines technologies 4.0 qui accompagneront les collaborateurs. La formation est un travail préparatoire ou d'accompagnement, elle se fait de plus en plus in situ, sur les lieux du travail ou dans les lieux, réels ou virtuels, simulant les lieux de travail (voir le chapitre V). La validation des expériences de travail devrait (plus) jouer dans la certification de qualifications. Les deux mondes s'interpénètrent de plus en plus avec l'arrivée des technologies numériques qui (potentiellement) abolissent des distances et cassent les rythmes.

Il n'y a plus non plus d'*entreprise à vie*. Ce phénomène présent aujourd'hui est appelé à se renforcer. L'alternance peut se matérialiser par des périodes avec des employeurs différents alternant avec des périodes en statut d'indépendant ou d'autoentrepreneur, alternant avec des périodes en formation *ex situ*. Les réglementations sociales devraient permettre cette fluidité. Mais tous les actifs ne sont pas prêts, ni préparés à construire ces parcours-là. Il

62 Voir l'introduction d'un crédit d'impôt proposée au chapitre 5.

peut y avoir des risques matériels, des blocages psychologiques, des appréhensions à sortir volontairement, de façon préventive, de la ligne droite. Leur zone d'emploi, dans les villes petites et moyennes, les zones rurales, ne s'y prête parfois pas ou pas aisément. La dimension territoriale de l'emploi est essentielle (voir le chapitre VI).

La **sécurisation des parcours professionnels** est une exigence qui se fait d'autant plus pressante que le contexte économique et social est chaotique et incertain, c'est bien le cas de l'industrie. La sécurisation passe par des droits individuels renforcés (des dispositifs renouvelés par la loi du 5 mars 2014 existent, ils sont perfectibles), par une GPEC adéquate, une vision prospective partagée, et par un accès fluide à la formation professionnelle tout au long de la vie.

▶ La fonction RH dans les entreprises doit aussi vivre sa *révolution 4.0*

Comme nous ne pouvions envisager une industrie flexible, réactive, dans une société immobile et figée par des règles archaïques, nous ne pouvons pas plus envisager, dans une entreprise industrielle dont la chaîne conception-production serait à l'ère 4.0, que cette dernière soit environnée de fonctions d'accompagnement aux pratiques surannées, s'appuyant sur des technologies désuètes.

Toutes les évolutions, voire *révolutions*, dans le champ de la GPEC et de la conduite des parcours individuels appellent une profonde mutation de la fonction *ressources humaines* dans les entreprises. Elle doit appliquer à elle-même les démarches suggérées pour l'ensemble des actifs.

Ainsi, par exemple, les *data* relatives aux RH sont peu exploitées. Des raisons culturelles, des réglementations restrictives peuvent expliquer cet état de fait. Pourtant, la numérisation (*data*, IA) des programmes de recrutement des talents pourrait les rendre plus efficients. La vision prospective et la gestion des parcours individuels y gagneraient aussi.

Par ailleurs, sur le fond, la prise en compte des besoins nouveaux en compétences et qualifications, nés de la diffusion des technologies 4.0, devrait y être centrale.

Nous sommes, dans les méthodes employées et sur le fond, loin du compte : « moins de 20 % des entreprises s'aident de l'intelligence artificielle dans le cadre de leurs recrutements » et, à un moment où « la robotisation impacte la gestion des talents avec une modification des métiers et des compétences, ce sujet n'est pas à l'agenda des RH : moins d'un tiers juge ce sujet important. »[63]

Les progrès possibles, souhaitables dans le management des RH sont considérables. Ils en concernent tous les aspects, jusqu'à la gestion individualisée des parcours de formation professionnelle. La formation des agents de la fonction RH dans les entreprises industrielles doit intégrer toutes ces avancées. Cela est devenu urgent et important.

63 Deloitte. *Tendances RH* 2017.

Chapitre V

Industrie du futur et formation professionnelle tout au long de la vie

La formation professionnelle préparant à l'industrie du futur, anticipant et accompagnant l'implémentation des technologies 4.0, développant aussi les compétences non technologiques associées, concerne autant les jeunes que les actifs. Et cela dès les phases d'information et d'orientation.

▶ Le système d'information et d'orientation, qui doit être conçu pour tous et accessible tout au long de la vie, est pour le moins lacunaire

La fonction d'information et d'orientation concerne les jeunes, mais aussi les actifs ; dans les deux cas elle doit gagner en qualité et professionnalisme.

Pour les jeunes, le réseau des Centres d'information et d'orientation (CIO) dans l'enseignement secondaire, et celui des Services communs universitaires d'orientation et d'information (SCUIO) dans l'enseignement supérieur, apportent des informations utiles. Mais le manque d'expérience en entreprise, de culture technologique, de vision prospective de nombre de leurs agents en limite la portée. Les informations publiées par l'ONISEP sont un bon support. Mais ces services ne promeuvent en général qu'un pan de la formation professionnelle, celui des formations diplômantes. Ils ne référencent pas (ou très peu) les formations *certifiantes* correspondant aux titres répertoriés au RNCP. Ces derniers, en formation initiale, souffrent d'un manque de notoriété.

Pour les actifs dans l'industrie et dans les services à l'industrie, notamment ceux des entreprises classiques impactées par les technologies 4.0,

où les enjeux de l'information et de l'orientation vers les métiers de demain (nouveaux métiers, métiers renouvelés) sont cruciaux, il n'existe pas de système aisément accessible d'information et d'orientation de portée nationale[64]. Pourtant dans toutes ces entreprises, des grandes aux petites, tous les collaborateurs, à tous les niveaux de classification, dans pratiquement toutes les spécialités, sont impactés, certes à des degrés divers ; ils ont besoin de pouvoir accéder à une information fiable et, pour certains, être accompagnés pour mieux s'orienter65.

Une information de qualité sur les métiers en devenir, les compétences à acquérir, les qualifications à obtenir et les voies qui y conduisent est plus que jamais nécessaire. La loi du 5 mars 2014 a donné le rôle de chef de file aux Régions en matière d'information et d'orientation. Dans chacune d'elles, la création du ***Service public régional de l'orientation*** (SPRO) va dans le bon sens. Il est censé regrouper sur les territoires les services de Pôle emploi, Cap emploi, l'APEC, les Fongecifs, les missions locales, etc. Mais leur coordination ne va pas de soi et la vitesse de progression des Régions est hétérogène. Il est toutefois un peu tôt, ici comme pour d'autres dispositifs créés par cette loi, de tirer des enseignements *définitifs*.

Le portail ***Osons l'industrie***, lancé en mars 2016 à l'initiative du Conseil national de l'industrie et de l'Alliance Industrie du futur, avec l'ONISEP, portail très attendu, devrait compléter le dispositif, permettant à chacun un accès direct, via internet, à de l'information et à des conseils de portée générale.

Pour les plus fragiles ou les plus démunis pour définir un but professionnel et un chemin pour y tendre, le dispositif de ***Conseil en évolution professionnelle*** (CÉP), de création récente (introduit par la loi du 5 mars

64 L'expérience *La bonne formation* conduite en Loire-Atlantique par Pôle emploi, affichant pour l'usager les vrais débouchés des formations, n'a pas été étendue. Voir : https://labonneformation.pole-emploi.fr/

65 Par exemple, l'intelligibilité, en autonomie, des listes de certifications accessibles par le CPF, l'accès aux organismes de formation et à leurs offres, appellent des améliorations sensibles des dispositifs d'information et d'orientation existants.

2014), partie prenante des SPRO, mériterait d'être renforcé et généralisé sur tous les territoires[66].

Mais en amont, les entreprises, nous l'avons dit, doivent être plus actives dans l'identification des emplois et des compétences de demain et dans la diffusion de leurs réflexions prospectives.

▶ Les parcours individuels de formation tout au long de la vie alternent des situations diverses et des expériences capitalisables.

La mobilité professionnelle des individus, la flexibilité et à la diversité de leurs parcours, remettent en cause la séparation, devenue artificielle, entre l'enseignement professionnel (ministère de l'éducation nationale) et la formation professionnelle (ministère du travail), entre la formation initiale et la formation continue[67]. Il ne devrait plus désormais être question de formation initiale et de formation continue mais de **formation tout au long de la vie**. Aujourd'hui cette expression est utilisée, à tort, comme synonyme de formation continue ; la vie professionnelle commence à la jeunesse…

La notion de **parcours individuel de qualification et de formation, composante du parcours professionnel,** s'impose de plus en plus dans le nouveau monde industriel, ce qui contribuera à réduire le déterminisme de la formation initiale. Chaque parcours devant être personnalisé pourra être original, atypique. Il y a une vertu à cela : un intérêt accru porté à l'individu qui est appelé à devenir l'acteur de son parcours. Ce qui renforce la fonction

66 Le CNEFOP, dans son rapport 2017 sur la mise en œuvre du CÉP (ainsi que du Compte personnel de formation), pointe que le CÉP reste méconnu du grand public, que son « panier de services » n'est pas intégralement déployé, que sa fonction d'ensemblier des politiques publiques de l'emploi, de l'orientation et de la formation est entravé par un manque de coordination des animations et dispositifs existants, etc. Il observe qu'il est nettement plus utilisé par les demandeurs d'emploi que par les actifs en situation.

67 Où se situe un actif de 25 ans qui, après un BTS et quelques années de vie professionnelle, prépare à temps plein une licence professionnelle dans une université, ou en alternance un titre de niveau II dans un CFA, où se situe-t-il ?

de conseil individualisé des instances d'information et d'orientation – et ce qui fait passer l'intérêt de l'individu avant l'intérêt et le confort du système de la formation professionnelle.

Dans le nouveau monde industriel en mutation continue, la notion de ligne droite dans les parcours perd beaucoup de son sens et de sa pertinence. Les passerelles deviennent des dispositifs importants dans le système de la formation professionnelle et de l'emploi, pour permettre des changements de trajectoire.[68]

Par exemple, dans le champ de la formation professionnelle, il y a aujourd'hui un nombre dérisoire de passerelles entre le monde des diplômes et celui des certifications et titres. Ainsi, le titulaire d'un titre de niveau III au RNCP devrait pouvoir entrer de droit dans un cursus universitaire de licence professionnelle, dès lors que les deux segments de son parcours s'emboîtent correctement. Cela ne se fait pas, ou pas bien, avec des procédures dérogatoires complexes et aux issues incertaines. Ces passerelles doivent être beaucoup plus nombreuses et être empruntées dans les deux sens.

Au niveau du travail, pour que des passerelles puissent être empruntées d'un emploi à un autre, il est nécessaire pour chaque individu, d'une part d'asseoir des compétences transversales, et d'autre part d'identifier les compétences transférables d'un secteur à un autre, d'un métier à un autre. « La question posée par la sécurisation des parcours est de savoir à quelles

68 Une passerelle peut relier un emploi à un autre, différent sur le spectre des compétences techniques à mobiliser, avec passage ou non en formation longue (ex. : opérateur sur une chaîne devenant technicien de maintenance). Une passerelle peut relier un emploi à une formation qui contribue à développer de nouvelles compétences, différentes de celles qui étaient mobilisées, dans la perspective d'une mobilité professionnelle (ex. : technicien de bureau d'études suivant une formation commerciale). Une passerelle, enfin, peut relier une formation à une autre, concourant à développer des compétences complémentaires, différentes des compétences initialement acquises (ex. : ingénieur suivant une formation d'ergonomie) ou relier une formation *certifiante* à une formation *diplômante* (et vice-versa).

conditions (objectivation, formalisation, validation…) des compétences sont transposables d'un contexte professionnel à un autre ».[69]

▶ L'organisation du système de la formation professionnelle doit s'adapter aux exigences de l'industrie du futur.

Lorsque l'on se penche sur le système de la formation tout au long de la vie, en réponse aux besoins de l'industrie du futur, il est nécessaire de s'intéresser à :

- tous les niveaux de diplômes (du CAP au master et au doctorat) et de titres (du niveau V au niveau I), en formation initiale comme en formation continue ;
- tous les champs de compétences : sciences et techniques, ingénierie, design et ergonomie, logistique, gestion, management[70].

> À cet égard, une logique préventive devrait être beaucoup mieux prise en compte qu'elle ne l'est aujourd'hui.

Le système de la formation professionnelle tout au long de la vie, dont nous ne soulignerons jamais assez combien il est essentiel dans la phase de profonde transformation où s'engage notre économie, est caractérisé chez nous par sa complexité et sa rigidité et par l'hétérogénéité qualitative de son offre. Ce système est à adapter aux enjeux de notre temps ; il en est aujourd'hui décalé.

Ainsi, par exemple, nous savons que l'industrie du futur aura besoin de talents en intelligence artificielle et traitement des *big data*, en robotique,

69 Centre d'analyse stratégique. Note d'analyse N° 219. Avril 2011.

70 Certains occupent, dans l'offre et le volume actuels de formation continue, une place considérable (management, gestion, par exemple) quand d'autres occupent, relativement, une place très réduite (sciences et techniques, design, par exemple). Les besoins paraissent avoir une autre répartition.

en visualisations 3D, à divers niveaux de qualification, mais aussi en design d'objet[71], en ergonomie, etc. Globalement, en formation initiale, nous ne formons pas assez de ces talents-là. Quant à la formation continue, elle est, pour l'essentiel, ailleurs.

> Il nous faut former les acteurs des théâtres où se joue l'avenir du pays, de son économie, de son industrie nouvelle, ou renouvelée, plus largement de la société. Nous avons des marges de progrès à cet égard.

▶ Le système de la formation professionnelle souffre avant tout d'un défaut de gouvernance d'ensemble fondée sur des principes simples

Ainsi, la politique de l'emploi est plutôt centralisée quand la politique de la formation professionnelle est de plus en plus décentralisée. À l'inverse, les programmes pédagogiques sont conçus plutôt au niveau central quand les programmes d'équipement sont arrêtés au niveau territorial, par exemple les investissements dans les lycées professionnels et technologiques, dont ceux proposant des formations de BTS[72].

Des référentiels métiers et des contenus de formation sont étudiés de façon séparée par des Commissions professionnelles consultatives (CPC) placées auprès du ministre de l'éducation nationale[73] et par une Commission paritaire nationale de l'emploi et de la formation professionnelle (CPNEF),

71 Au sens contemporain du mot *objet* : produit, machine, système, service…

72 Des experts auditionnés signalent que le ministère de l'éducation nationale introduit des modifications de programme en spécifiant, pour ne pas obliger les régions ou les départements, qu'elles doivent se faire sans changer l'équipement des ateliers ; ce que certaines nécessiteraient pourtant.

73 Il existe 14 CPC qui se prononcent sur les besoins en diplômes compte-tenu de l'évolution des métiers, les contenus des diplômes professionnels et leur place dans l'ensemble des certifications professionnelles.

constituée dans le cadre de chaque convention collective nationale, sous l'égide du ministère du travail.[74]

Au niveau des individus, le compte personnel de formation (CPF), pivot du système, nous l'avons dit, est un dispositif peu intelligible, dont la mise en œuvre est à ce point complexe qu'il est d'abord utilisé par les plus avertis, les mieux accompagnés, qui ont souvent moins que d'autres besoin de se former[75].

Simplification et lisibilité s'imposent désormais

La réduction nécessaire de la complexité et l'amélioration de la lisibilité du système passent par :

(i) la simplification de l'architecture des instances publiques et paritaires (au niveau national d'une part et régional d'autre part) qui travaillent sur le devenir des emplois, des compétences et des qualifications ; leur adaptation aux enjeux de l'industrie du futur ; le rapprochement voire la fusion de référentiels métiers établis dans divers cénacles avec, en regard, des certifications communes interétablissements, interbranches, plus nombreuses[76].

(ii) la réduction raisonnée du nombre de spécialités proposées pour les diplômes, les certifications et titres, adaptée à chaque branche d'activité ; l'amélioration de leur lisibilité ; la suppression des doublons ;

(iii) la flexibilité de l'offre de formation professionnelle tout au long de la vie, sur les territoires, avec une prise en compte des constantes de temps des systèmes.

74 Une CPNEF dans une branche a notamment pour mission, avec quelques variantes selon les branches, d'analyser les moyens de formation accessibles aux salariés, définir les orientations et priorités de la formation professionnelle de la branche, mener une politique de VAE et de création de Certificats de qualification professionnelle (CQP).

75 Toutes causes enchaînées, 36 % des salariés bénéficient d'une formation professionnelle chaque année (contre 53 % en Allemagne). Elles bénéficient peu aux actifs de basses ou moyennes qualifications et aux salariés de PME.

76 Les certifications de qualification professionnelle interbranches (CQPI) constituent une première avancée.

▶ Les constantes de temps des technologies et de l'industrie d'une part, des structures paritaires et de l'administration ministérielle d'autre part, ne sont pas les mêmes

À cet égard, l'instabilité accrue des métiers et des emplois conduit à imaginer des positionnements différents des sous-systèmes de la formation professionnelle ; leur différenciation serait fondée sur les niveaux d'instabilité des connaissances à acquérir et des compétences à développer. Nous avons vu (chapitre IV) que les compétences techniques pouvaient avoir des vitesses différentes d'évolution. De façon assez générale, il y a donc :

(i) d'une part en formation de base initiale ou continue, des certifications fondées sur des compétences et des connaissances génériques à vitesse relativement réduite d'évolution, ainsi que des connaissances de culture générale,

(ii) d'autre part des formations ou parcours ultérieurs de spécialisation, immédiats ou différés, multiformes, multicanaux, multisites, complétant ou renouvelant les connaissances à assembler et spécialisant des compétences ayant une forte vitesse d'évolution.

Il apparaît en effet de plus en plus difficile, pour des structures centralisées – comme le ministère de l'éducation nationale, son inspection générale (IGEN), ses commissions ou comités nationaux, ou le ministère en charge de l'enseignement supérieur – face à une multitude de qualifications, toutes aussi diverses que changeantes, de définir des référentiels stables des métiers et des compétences et une offre programmatique universelle correspondant à cette multitude de besoins changeants, parfois spécifiques à des territoires[77].

La situation du côté de la Commission nationale des certifications professionnelles (CNCP), qui suit dans son registre national (RNCP) plus de 10 000 certifications actives, n'est pas meilleure.

77 Si le nombre de mentions de licence générale a été réduit à 45 en 2014, il n'en va pas de même pour les licences professionnelles où il existe plus de 170 mentions différentes ; l'arrivée des technologies 4.0 y ajoute de l'instabilité.

Il ne s'agit pas d'*enfermer* dans son positionnement fondateur un établissement, quels que soient son statut et son niveau de certification, qui aurait la volonté et les moyens d'entreprendre, d'innover : la possibilité doit être laissée à un établissement, dans le cadre de partenariats industriels, et pour tenir compte des spécificités de sa zone d'emploi, d'introduire des pans nouveaux de formation à degré élevé d'évolutivité, qui ne seraient pas prévus par l'échelon central ; bien au-delà de ce qui se pratique aujourd'hui. La décentralisation et la déconcentration des responsabilités doivent être prolongées par une autonomie accrue de tous les établissements de formation professionnelle pour mieux répondre aux besoins spécifiques des territoires.

Les établissements sont en mesure de monter rapidement des formations en écho à des besoins ressentis, à des demandes formulées par des entreprises ou des professions. En revanche la certification correspondante demande un temps d'instruction et d'obtention qui est beaucoup trop long et qui n'est pas dans le rythme des changements en cours. Il serait judicieux de généraliser rapidement un système de labellisation ou d'agrément des établissements leur donnant à des niveaux spécifiés, dans des domaines précisés, une large autonomie de certification. Un contrôle qualité a posteriori, de grande exigence, serait préférable aux systèmes d'évaluation a priori et de reconnaissance préalable, certification par certification, qui ont encore largement cours.

▶ La régionalisation des formations professionnelles est à pousser jusqu'au bout de sa logique

La régionalisation des formations professionnelles, engagée avec la loi du 5 mars 2014, va dans le bon sens ; elle doit aller encore plus loin en ce qui concerne leurs contenus et leurs modalités, tout en s'assurant d'une cohérence d'ensemble par la définition de cadres et de règles, notamment d'évaluation, nationaux.

Il existe d'ores et déjà des formations complémentaires d'initiative locale (FCIL). Elles sont assez marginales et ne sont pas uniformément développées

sur le territoire national. Elles s'adressent en priorité à des jeunes qui sont titulaires d'un diplôme technologique ou professionnel de niveau inférieur ou égal à bac + 2 (ou niveau III)[78]. Elles complètent des diplômes ou certifications de base, en les spécialisant sur tel ou tel aspect d'un métier. Le concept de FCIL est, sur le principe, adapté aux spécificités de l'industrie du futur : des formations de spécialisation, courtes, évolutives, gérées de façon décentralisée, en adéquation aux besoins d'une branche, d'une filière, d'un territoire. Elles sont une voie à renforcer, en les étendant à tous les niveaux de certification, en formation initiale ou continue.

Les formations de spécialisation doivent être définies et délivrées au plus près des emplois et, en formation continue, souvent sur le lieu même de travail. C'est un des grands mérites des formules en alternance. L'apprentissage en est une, mais – c'est devenu une antienne – son image et son statut restent à améliorer[79].

Le rôle des régions en soutien à la formation professionnelle devrait s'étendre, pour les jeunes, à la création de réseaux d'internats dédiés, dont beaucoup furent malheureusement fermés ou réaffectés[80], ainsi qu'à la création, sur critères sociaux, de bourses de mobilité intrarégionales.

78 « Les formations complémentaires d'initiative locale (FCIL) répondent à un besoin local de formation et d'emploi. Présentes dans divers domaines professionnels, d'une durée de 6 mois à 1 an, on y accède après un CAP, un bac, ou après un bac + 2. La FCIL est une formation de courte durée (de 6 mois à 1 an) qui alterne cours et enseignements en lycée avec une expérience professionnelle en entreprise. Elle permet d'acquérir une qualification spécifique à un domaine professionnel en rapport avec le marché de l'emploi local ou régional ». Source : site de l'ONISEP.

79 L'Académie des technologies publie en 2017 un rapport sur l'avenir de la formation professionnelle tout au long de la vie. Ces points y sont mentionnés, avec d'autres, dans un cadre plus général que celui de la seule industrie du futur.

80 Voir Malier Y. (2017), chapitre 6.

▶ Les Campus des métiers et des qualifications, adaptés à la diversité des parcours et des contextes, sont un dispositif clé dans le développement de l'industrie du futur

Développer des passerelles entre voies scolaires et apprentissage (plus largement, alternance), entre diplômes et titres, mieux articuler les formations pré- et post-bac, 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 du futur, conduit à proposer **le renforcement du dispositif des Campus des métiers et des qualifications** sur nos territoires[81], en y accroissant la place des technologies et des problématiques de l'industrie du futur.

Il sera important d'articuler systématiquement ces Campus aux *clusters*, pôles de compétitivité, grappes d'entreprises, etc. (voir le chapitre VI).

Cette initiative est l'une des plus heureuses de ces dernières années ; elle reste fragile parce qu'elle est récente et un peu foisonnante dans un paysage complexe. Elle est aussi fragile parce qu'elle ne mobilise que le ministère de l'éducation nationale[82] et pas, par exemple, celui du travail, en charge de la formation professionnelle. Nous retrouvons ici, sur le terrain, le besoin d'une véritable coordination interministérielle[83].

81 Ainsi que les *Réseaux d'établissements*, dispositif parfois préfigurateur des Campus des métiers et des qualifications.

82 Quand ils ont été lancés, l'éducation nationale et l'enseignement supérieur étaient regroupés dans un même ministère. Son éclatement en deux ministères distincts de plein exercice ne doit pas avoir pour effet de réduire l'implication, à bon niveau, du ministère de l'enseignement supérieur dans les Campus des métiers et des qualifications.

83 L'existence d'un ministère en charge de l'enseignement professionnel et d'un ministère en charge de la formation professionnelle ne simplifie pas la gouvernance du système de la formation tout au long de la vie.

▶ La formation des enseignants est à intégrer dans le plan *Industrie du futur*

Pour ce qui concerne les formateurs et les enseignants des filières technologiques et professionnelles, à tous niveaux, des formations aux technologies et aux enjeux de l'industrie du futur, avec un volet pratique (immersion en entreprises, dans les FabLabs…) sont indispensables. Mais la sensibilisation à ces problématiques industrielles doit toucher tous les enseignants des lycées généraux et des collèges dans les spécialités scientifiques et technologiques, économiques et sociales ; ainsi que les professeurs des écoles. Un plan de sensibilisation des professeurs pourrait être envisagé. Les programmes des Écoles supérieures du professorat et de l'éducation (ÉSPÉ) doivent les intégrer. La structure par groupes de l'inspection générale de l'éducation nationale (IGEN) doit évoluer et les compétences du groupe actuellement nommé *Sciences et techniques industrielles* doivent se diversifier pour tenir compte des spécificités de l'industrie du futur. Il en va de même au sein de l'IGAS (inspection générale des affaires sociales). Les inspections générales doivent jouer un rôle moteur dans ces mutations, tant en formation initiale, depuis les petites classes, qu'en formation professionnelle continue. Les enseignants comme les inspecteurs doivent être ouverts à la *diversité cognitive* qui marque l'industrie du futur.

▶ La montée en puissance d'une nouvelle offre privée de formation professionnelle dédiée au numérique est à suivre avec attention

Nous aurions pu traiter ici de la situation préoccupante de l'offre de formation professionnelle continue, portée par une multitude d'officines[84], mal (ou non) évaluées, ne se déployant pas (ou peu) sur les compétences techniques dont notre économie a besoin, préférant d'autres champs plus

84 70 000 en France contre 4 000 en Allemagne.

qualitatifs requérant moins d'investissements. Tout cela impose une remise en ordre complète du système.

Nous évoquons ici l'offre privée de formation professionnelle initiale dans les champs du numérique, au sens large.

Face à un système de formation professionnelle initiale qui paraît assez peu réactif et fondé sur des principes pédagogiques assez traditionnels, face à des besoins pressants de l'industrie et des services à certains niveaux de qualification, une offre privée originale s'est constituée au fil du temps. Par exemple, après *Epita*, créée dans les années quatre-vingt, et *Epitech*, créée à la fin des années quatre-vingt-dix, l'*École 42,* autre école *décalée* pour son époque, a vu le jour en 2013. Fondée sur le principe des communautés apprenantes, sans recours à des enseignants, misant sur la passion de ses élèves, elle remporte aujourd'hui un réel succès. Il sera intéressant d'en suivre l'évolution et celle de ses anciens élèves. D'autres centres privés de formation professionnelle ont vu et verront le jour. Leur qualité doit être évaluée. Aux États-Unis, une centaine d'écoles *Bootcamp Learning* ont éclos ces dernières années pour faire face à la pénurie de développeurs. Les insatisfactions de tous côtés ont conduit à la fermeture de plusieurs d'entre elles et certaines s'associent pour définir des normes de qualité pour la profession. En France, le label *Grande École du numérique*, créé en 2015, contribue à la lisibilité sur les territoires et à l'assainissement de l'offre de formations dans le champ du numérique. Environ 170 formations ont, à ce jour, reçu ce label. Il doit être suivi dans le temps, et les formations, ayant reçu ce label, devront être régulièrement évaluées.

L'ensemble de ces formations, surtout s'il venait à s'étoffer et à pénétrer sur les territoires, constitue un défi pour le système actuel de la formation professionnelle.

▶ Les entreprises sont aujourd'hui des *interlocutrices admises* dans le système

Dans ce système de la formation professionnelle tout au long de la vie, les entreprises ont un rôle essentiel à jouer. Les référentiels métiers sont rédigés avec les branches professionnelles[85] et les ouvertures ou fermetures de formations sont proposées par les branches, pour ce qui concerne les formations gérées par le secteur public, ou décidées par elles pour ce qui relève de leur responsabilité directe. Mais les entreprises, prises individuellement86, doivent être, plus encore qu'aujourd'hui, reconnues comme interlocutrices des établissements de formation professionnelle sur leur territoire. Il va de soi que, pour mieux répondre à leurs sollicitations dans des délais appropriés, les établissements de formation doivent avoir acquis, dans leur ensemble, comme nous l'avons vu plus haut, une plus grande autonomie programmatique.

> Cela n'est plus suffisant, car les entreprises sont créatrices de connaissances, désormais structurées et transmissibles, et prennent de nombreuses initiatives qui pourraient aussi relever d'un service public de formation tout au long de la vie au profit de l'industrie du futur.

▶ Les entreprises sont des acteurs de plus en plus actifs de diffusion de connaissances

Dans un contexte marqué par de fortes et assez imprévisibles évolutions, les entreprises du *nouveau monde industriel* font face à des situations inédites auxquelles elles doivent apporter des réponses innovantes ; leur fondement ne se limite plus aux connaissances acquises (et aux expériences vécues). Par des recherches, par des expérimentations, elles doivent, plus que par le passé, imaginer de nouvelles façons de faire et de penser et, de ce fait,

85 Une *branche professionnelle* est un cadre paritaire.

86 Les entreprises et leurs *clusters*.

génèrent de nouvelles connaissances d'essence technologique, économique, psychosociologique… Des technologies numériques permettent d'en faire des données formatées, capitalisables, vérifiables, utilisables par des moyens d'IA, diffusables ou partageables, etc.

La création de connaissances n'est pas, n'a jamais été un monopole académique. Cependant l'Université avait un savoir-faire que l'Entreprise n'avait pas (ou peu) : celui de formuler, de conceptualiser, de valider, de diffuser des connaissances. Dans l'ère nouvelle, l'écart entre elles se resserre à vive allure[87]. Les entreprises industrielles ne sont plus seulement des *clientes* ou partenaires des universités, écoles, organismes de recherche. À certains égards, elles en deviennent des concurrentes, notamment dans la création, l'exploitation et surtout la diffusion de nouvelles connaissances. Seule la confidentialité peut en brider le rayonnement.

▶ Les entreprises multiplient les initiatives en formation professionnelle des jeunes et des actifs. Elles doivent être reconnues comme *actrices* du système

Les exemples ne manquent pas. Des entreprises élargissent la formation continue de leurs salariés à des collaborateurs à temps partagé ou en portage salarial, à des intérimaires, à des collaborateurs de PME sous-traitantes ou fournisseurs ou clientes. Certaines détachent des collaborateurs dans d'autres entreprises (par exemple au sein d'un même *cluster*) pour aider à leur montée en compétences. D'autres investissent dans des plateformes de partage de connaissances ou d'expériences, dans des espaces de *coworking*, des *FabLabs* à vocation éducative ouverts sur leur écosystème, elles développent des applications ouvertes d'*e-learning*. Certaines autorisent leurs collaborateurs à s'impliquer dans des établissements de formation. Des entreprises multiplient en leur sein des postes d'apprentis correctement encadrés. Pour répondre à un besoin de reconnaissance de qualification exprimé par des

87 Bien entendu, toutes les entreprises n'avancent pas à la même vitesse à cet égard.

collaborateurs ou pour les préparer à des évolutions ou bien pour répondre à un besoin interne de compétences, des entreprises construisent des parcours qualifiants et/ou diplômants en association avec des organismes de formation privés, consulaires ou publics (GRETA[88] par exemple).

Des entreprises créent des écoles ou des filières internes de formation pour pallier les défaillances ou les insuffisances du système de formation professionnelle, pour réduire les tensions sur certains métiers, etc. C'est, dans certains cas, un retour, avec les moyens de ce siècle, aux écoles professionnelles d'entreprise de jadis. Ainsi, Airbus a créé un lycée professionnel privé des métiers de l'aéronautique ; Air Liquide développe une sorte de *CFA interne*, portant un apprentissage entre pairs ; Lacoste lance sa *Textile Academy* pour former à des métiers auxquels le système ne forme plus ; Daher crée une école interne axée sur les nouvelles technologies ; Renault lance à Flins, en liaison avec un GRETA, une école des savoirs pour remettre à niveau chaque salarié ou intérimaire sur des compétences générales (français, mathématiques, numérique,…) ; Michelin envisage la création d'un très grand centre de formation professionnelle à Clermont-Ferrand en relation avec des industriels et le rectorat, etc.

Ce sont des exemples qui montrent que le chemin est ouvert par de grandes entreprises. Des ETI et des PME, à leur échelle, prennent aussi, pour des raisons similaires, des initiatives en formation professionnelle des jeunes et des actifs. On citera comme exemplaire le cas de l'entreprise Axon'

88 « Un GRETA est un groupement d'établissements publics locaux d'enseignement (collèges, lycées) qui mutualisent leurs compétences et leurs moyens pour proposer des formations continues pour adultes. Il s'appuie sur les ressources en équipements et en personnels de ces établissements pour construire une offre de formation adaptée à l'économie locale. Il y a en France 137 GRETA, au moins un par département. Chaque GRETA est créé par une convention conclue entre les établissements et approuvée par le recteur. Le recteur est donc directement responsable de la «carte» des GRETA : il fixe leur nombre et leurs zones d'intervention respectives. Leurs cibles sont les salariés et les demandeurs d'emploi. Ils peuvent aider à la définition du projet et du parcours de qualification des individus. » (source : site du ministère de l'éducation nationale).

Cable (solutions avancées d'*interconnectique*) qui fait un effort considérable pour développer les compétences de ses collaborateurs et des jeunes en formation professionnelle, ouvre « AxoCamp », un campus informatique en milieu rural, développe une politique originale d'accueil de nombreux jeunes de collèges et de lycées situés dans un écosystème relativement peu porteur (Montmirail, dans la Marne)[89]. Toutes ces entreprises, engagées, participent à une mission de service public et cela doit être reconnu comme tel.

Dès lors, **les entreprises devront être reconnues comme actrices du système de la formation professionnelle**, et plus seulement comme interlocutrices.

Faisant le lien avec la formation tout au long de la vie, évoquée par ailleurs, et compte tenu de son rôle dans le développement des compétences des adultes en situation et des jeunes en formation et de son niveau d'implication, **le statut d'*entreprise formatrice*** doit être reconnu. Il doit l'être par l'ensemble des acteurs du système de la formation professionnelle, ministères, académies, régions, établissements… Et, parce qu'il s'agit d'une mission d'intérêt général, ce statut doit être reconnu au plan fiscal.

Le **mécénat en nature ou de compétences,** devrait être utilisé de façon plus systématique qu'il ne l'est aujourd'hui, que ce soit pour des prestations de services ou des prêts de main-d'œuvre. Encore faut-il qu'il y ait une structure bénéficiaire, ayant un objet d'intérêt général, qui passe convention avec l'entreprise mécène. Cela peut induire des lourdeurs administratives.

Il est ici suggéré la création d'un ***crédit d'impôt spécifique formation professionnelle*** qui sanctionnerait les efforts des *entreprises formatrices* en matière de formation des jeunes et des adultes, nous venons d'en donner des exemples, et reconnaîtrait qu'elles remplissent là une mission d'intérêt général. Une alternative serait l'ajout d'un volet formation professionnelle

89 Cette entreprise développe aussi un programme ambitieux en matière de sécurité et de santé au travail (qui passe aussi par la formation) qu'elle conduit comme un volet essentiel de sa politique RH.

à un crédit d'impôt existant. Cette novation fiscale réduirait les réticences d'entreprises qui mettent en avant le coût de telles initiatives pour ne pas les prendre ou ne pas leur donner l'ampleur qu'il conviendrait.

▶ La transition éducative dans l'industrie du futur est aussi stratégique que la transition énergétique ou écologique

Enfin, pour ce qui concerne les approches et les outils pédagogiques, il y a là de vastes chantiers à ouvrir. Après la transition numérique, la transition énergétique ou écologique, s'ouvre le temps de la *transition éducative*. Elle pourrait être considérée comme une partie de la transition numérique. Elle n'est pas que cela et, pour sa reconnaissance stratégique, mérite un traitement distinct, une mise en lumière spécifique.

Les TICE que nous connaissons depuis une quinzaine d'années, dont les MOOC qui ont fait florès depuis moins de dix ans, correspondent à une première phase de l'e-pédagogie, annonciatrice de profondes évolutions dans les voies et moyens de développement des connaissances et des compétences. Des avancées spectaculaires sont attendues dans la formation au poste de travail ; nous y reviendrons.

Deux remarques sont à faire ici.

(i) La première est que, dans l'industrie du futur, les technologies numériques ne sont pas exclusives d'autres techniques de formation professionnelle. Tout ce qui donne le sens d'une matière, par exemple le « faire », l'expérimental, le geste, n'est pas abandonné. Des modes de transmission, aujourd'hui encore peu répandus, se développent ; ils font écho à des pratiques professionnelles en conception ou production industrielle : le mentorat direct ou inversé[90], l'apprentissage entre pairs, l'animation de *communautés apprenantes* dans l'entreprise, etc. ; nous en reparlerons.

90 Direct : un agent accompagne un plus jeune que lui. Inversé, c'est l'inverse… Le sens de la transmission est fonction du niveau de compétences dans un domaine particulier. On note que le mentorat inversé se pratique dans la diffusion des usages de technologies numériques, par exemple.

(ii) La seconde est qu'il ne faudrait pas donner à croire que les nouvelles approches pédagogiques sous-tendues de technologies numériques, seraient *magiques*, qu'elles protégeraient de l'échec scolaire ou de la déconvenue en reconversion ou adaptation professionnelle, qu'elles (re) donneraient *miraculeusement* le goût d'apprendre à qui aurait vécu l'école comme répulsive. Mais elles sont une des voies ouvertes vers un réel progrès social pour lesquelles il convient de mobiliser des moyens publics et privés.

▶ L'industrie du futur appelle une *pédagogie du futur*, mise en visibilité pour se diffuser

C'est dans son volet pratique, opératoire, que la formation professionnelle tout au long de la vie a les plus grandes marges de progrès devant elles.

Les outils existants, comme les ***FabLabs*** à vocation pédagogique, ou en développement comme les usines-écoles, sur le modèle de la *Learning Factory* développé en Allemagne, sont des supports d'une pédagogie active qu'il conviendrait de multiplier[91]. Nous suivrons par exemple avec intérêt le développement du *Innovation Center for Operations* porté par le Boston Consulting Group *(ICO by BCG)* à Courtabœuf dans l'Essonne, usine-école créée en association avec CentraleSupélec et le concours de Dassault Systèmes. Cette usine permet notamment de concilier *sériel* et *individuel* dans ses productions, c'est-à-dire production en série et produits personnalisés (un des traits du nouveau monde industriel) et permet d'avoir une vue d'ensemble de l'usine du futur et des technologies qui la sous-tendent.

D'autres initiatives sont à suivre et à encourager par les pouvoirs publics : certaines sont publiques comme les ateliers de AIP Primeca[92], à Grenoble, Nantes, Toulouse, etc. qui, au total, mobilisent près de 600 enseignants-cher-

91 Le concept d'usine-école n'est pas nouveau. On le trouvait jadis en France dans l'enseignement technique. Cf. Malier Y. (2017).

92 Atelier interétablissements de productique et pôle de ressources informatiques pour la mécanique.

cheurs ; d'autres sont privées comme DynEO, usine-école commune d'Airbus Hélicoptères, Bonnans.sa, Daher, STMicroélectronique, implantée dans les locaux des arts-et-métiers (ENSAM) à Aix-en-Provence, dans le cadre d'un partenariat académique avec cette école ainsi qu'avec Centrale Marseille.

Les **vitrines technologiques,** créées sous l'égide de l'Alliance Industrie du Futur (voir annexe I), concourent à l'information, à la sensibilisation des décideurs et des acteurs de l'industrie. Elles devraient être un support de la formation professionnelle, un lieu de présentation et d'expérimentation de nouvelles pédagogies, de preuve de concepts pédagogiques. Des formations préparant l'arrivée de technologies nouvelles dans les entreprises gagnent, en effet, à se faire dans des espaces préfigurateurs ; ces vitrines en sont.

Il faudrait aussi qu'elles soient plus nombreuses pour mieux couvrir l'ensemble du territoire (d'autres seront créées dans les prochaines années). Elles gagneraient à **accroître leur animation**, leur *vie sociale* : au-delà des formations, plus de rencontres, plus de travaux collaboratifs, plus d'évènements sur place seraient bienvenus. Des plateformes adjacentes de partage de connaissances et d'expériences pourraient compléter utilement le dispositif.

Cela a un coût, notamment pour l'entreprise qui porte et anime la vitrine. Faisant partie des concours possibles d'une entreprise à une mission de service public, cela doit être reconnu comme tel.[93]

▶ De nouvelles démarches d'acquisition et de développement des compétences transversales sont à inventer et à expérimenter

Il a été montré combien les compétences transversales devenaient centrales dans l'industrie du futur (chapitre IV). Leur acquisition appelle des innovations pédagogiques.

93 Voir ci-dessus le paragraphe consacré au mécénat de compétences et à la création d'un crédit d'impôt.

En formation initiale, la pédagogie par projet, essentielle dans la sphère professionnelle, doit être mise à profit pour contribuer au développement de compétences transversales ou comportementales. Les formateurs doivent être préparés à cet accompagnement.

Une initiative est à suivre dans les lycées professionnels : le volet expérimental ProFan de l'action *Innovation numérique pour l'excellence* pédagogique, soutenue par les Investissements d'avenir. C'est un projet collaboratif qui s'étend sur trois années dans plus d'une centaine de lycées professionnels, il implique vingt mille élèves et plus d'un millier de professeurs. Cette action, pilotée par le recteur Jean-Marc Monteil, est fondée sur un solide corpus de recherche dans le champ des sciences cognitives appliquées aux apprentissages. Il s'agit « de promouvoir et de qualifier, par la nature de leurs effets, de nouveaux contextes d'apprentissage et d'enseignement afin de favoriser l'acquisition de compétences nouvelles pour répondre aux exigences des métiers du futur […] Ces compétences sont d'une nature spécifique (… et) ne sont pas attachées à un niveau hiérarchique structurellement déterminé »[94]. Les résultats de cette expérimentation en lycée professionnel seront transposables, avec ajustements, à d'autres niveaux, dans d'autres établissements. Des expérimentations communes interniveaux seront envisageables.

En formation continue, par exemple, les actions instituées menées en dehors des entreprises ont atteint leurs limites. De nouvelles expérimentations pour le développement des compétences transversales ou sociales sont à conduire dans les entreprises, le plus souvent *in situ* et dans des démarches collectives.

94 « L'objectif principal de l'expérimentation est de doter les élèves de compétences nouvelles qui sollicitent de nouveaux modes de pensée et d'action à la base de nouveaux comportements : résoudre des problèmes en temps réel dont la nature évolue dans le temps, maîtriser la convergence réel – virtuel et les interactions opérateurs humains / objets connectés, coopérer et collaborer, en présentiel et à distance, travailler en rupture avec l'unité de lieu et de temps, opérer dans des hiérarchies définies par le seul problème posé, etc. ». Note d'étape d'octobre 2017, Mission Monteil, ministère de l'éducation nationale.

▶ Des avancées spectaculaires sont attendues pour la formation sur le lieu de travail avec la percée de nouvelles technologies

La pédagogie sur le lieu de travail, qui correspond à une demande réitérée des entreprises, va progresser avec l'usage des *data*, des plateformes, du *cloud sourcing,* plus généralement du *digital learning*. Le *deep learning* (techniques d'apprentissage profond) aura aussi un impact sur les outils de la formation accompagnatrice des actifs : les dispositifs d'accompagnement évolueront continûment en fonction des retours des terrains et de leur exploitation. Déjà de grandes entreprises innovent : Saint-Gobain, par exemple, généralise l'usage de tablettes, outils individuels de gestion de la production et, en même temps, de formation en y incluant des tutoriels.

©FESTO

Une tablette peut être à la fois un outil de pilotage d'une machine et un dispositif de renforcement des compétences de son opérateur

L'apprentissage autodirigé se développera sous l'effet des avancées des applications de l'intelligence artificielle, des visualisations 3D, etc. Ses concours à la formation professionnelle peuvent être considérables. Ces nouveaux dispositifs permettent la personnalisation des apports et de l'apprentissage (*adaptative learning*). Des robots conversationnels assurent l'interface avec l'individu. Ils ont la possibilité d'être sur le lieu du travail, au

poste même. À titre d'exemple, on peut citer *SeeMake,* plateforme 3D développée au sein du pôle de compétitivité Cap Digital, sur financement du Fonds unique interministériel, qui vise « à développer la formation professionnelle à la demande et *sur site* pour les opérateurs du secteur industriel ». Il sera intéressant d'en suivre les usages.

L'usage des *data* permet une analyse prédictive des tâches à accomplir et une mise en évidence des besoins de renforcement de savoir-faire. Par exemple, telle entreprise, enregistrant par de multiples capteurs, les actions des agents de production, mesure en permanence les écarts avec la valeur standard de divers paramètres ; l'opérateur est alerté au moment où il entreprend une nouvelle fois l'action qui était précédemment sortie de la tolérance admise, ou avait failli en sortir. Cet accompagnement prend toute sa place quand, sur un site de production flexible, les tâches à accomplir sont de moins en moins répétitives. Ce dispositif, au poste de travail, peut être vu comme un acte formatif, un accompagnement vers plus de qualité, une facilitation des tâches des opérateurs ou bien peut être vécu comme une surveillance accrue (effet *big brother*) qui sera plus ou moins bien admise. Cette perception participe de la qualité de vie au travail, dans ses multiples dimensions, dont nous avons souligné l'importance qu'elle est appelée à prendre dans l'industrie du futur. Le management doit en tenir compte.

Les technologies numériques permettent ou accompagnent ces novations pédagogiques. Nous citerons ici :

- les tutoriels intelligents, c'est-à-dire des logiciels, embarqués sur des dispositifs portables ou non, qui s'adaptent au contexte de chaque agent et intègrent ses pratiques personnelles, ses progressions ;
- les technologies immersives, c'est-à-dire la réalité virtuelle, la réalité augmentée et la réalité hybride ou mixte, qui permettent des accompagnements contextuels, personnalisés, en temps réel ;
- les technologies conversationnelles qui, intégrant des avancées de l'IA, permettent une présence *quasi humaine* auprès des agents ; les *chatbots*, devenant de plus en plus *intelligents*, sont des plus usités aujourd'hui.

Ces technologies, qui permettent un essor de la formation au poste de travail, ne pourront pas opérer pleinement sans un **accompagnement humain**. Le monitorat est une voie possible. Ces technologies permettent aussi de mettre en relation les apprenants entre eux et de créer ainsi des ***communautés apprenantes*** où chaque individu ne se sent pas isolé et peut être accompagné par des membres de ladite communauté, avec un éventuel dispositif de monitorat. Certes, tout ne peut être appréhendé et traité par l'intelligence artificielle éducative (ou formatrice), la transmission des gestes, des tours de main en particulier, mais ses avancées spectaculaires, son couplage à des dispositifs de réalité virtuelle, de réalité augmentée, ouvrent des pistes nouvelles qui devraient être rapidement empruntées.

La formation au poste de travail, soutenue par l'arrivée de ces technologies nouvelles, appelle un programme ambitieux d'**expérimentation** et de **recherche en sciences humaines**, notamment dans le champ des **sciences cognitives appliquées aux apprentissages.** Les fonds paritaires de la formation professionnelle pourraient être mis à contribution pour les financer.

▶ Les EdTech sont un secteur économique d'avenir, la France doit y investir massivement

À côté des *FinTech*, des *HealthTech*, les *LegalTech*, etc. émergent les *EdTech*. Cette industrie, naissante en France, fondée sur les technologies appliquées à l'éducation, d'où son nom, se développe rapidement aux États-Unis. Les GAFAM[95] en ont fait un cheval de bataille. « *Google is disrupting the education system* » titrait une récente chronique. La *Google Digital Academy* progresse en effet à grands pas. Les autres membres du « club » ne sont pas en reste. Les BATX[96] asiatiques mobilisent aussi d'importants moyens.

Les grandes universités s'y sont aussi engagées : le MIT, avec d'autres, se considère comme une *meta-university* débordant très largement son campus. En France, par le biais d'une plateforme numérique commune, la

95 Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft.

96 Baider, Alibaba, Tencent, Xiaomi.

FUN (France Université Numérique), les universités et les grandes Écoles proposent essentiellement des MOOC ; il serait intéressant d'évaluer la qualité de l'offre et celle de leurs usages. Ils ne sont pas la panacée. Le Cetim qui a créé une offre de MOOC à destination des collaborateurs de PME, considère que *cela ne marche pas*[97]. Il a été prouvé que les MOOC, et autres cours en ligne, avaient des effets négatifs sur les personnes fragilisées quand elles y recouraient sans précaution ou accompagnement particulier.

Le secteur des *EdTech* est en phase d'introduction en France, les entreprises (environ 240) y sont de petite taille (une seule entreprise a plus de 100 collaborateurs), plutôt franciliennes, *plutôt B to B* et, globalement, sous-financées[98]. « Cette filière ne se consolide pas encore » déplore Deloitte dans son *EdTech Observatoire* paru en mars 2017.

Les entreprises proposent trois types de services (pesant globalement à peu près un tiers de leur chiffre d'affaires chacun) : des outils de gestion pour l'éducation et la formation, des moyens de développement de compétences liées au numérique et des outils pour le développement de compétences techniques et professionnelles spécialisées. Les technologies utilisées sont les jeux (*Gaming*), des applications pour téléphones portables et tablettes (*learning apps*), les MOOC, les SPOC (*Small Private Online Course*). Le recours aux réseaux sociaux commence à se développer pour constituer des communautés apprenantes, les apprentissages en réseau social se développent (*Crowd learning* et *Peer to peer training*).

97 Les raisons sont multiples. Dégager des moments suffisants sur le temps de travail pour suivre un MOOC n'est pas chose aisée. L'exercice n'est pas évident pour tous les collaborateurs sans un mentorat dédié. Ce sont deux raisons parmi d'autres.

98 Selon le Baromètre des startups du numérique (Cap Gemini, Ecap partners) et l'observatoire EdTech (Cap Digital, Caisse des dépôts et associés), entre 2012 et mi-2017, avec un fort développement en 2016, il y a eu en France près de 80 levées de fonds dans le secteur des EdTech pour 144 M€ et un ticket moyen proche de 1,8 M€ (contre 2,9 M€, tous secteurs confondus). Le sous-secteur de la formation professionnelle continue en représente 50 %, ce qui est significatif d'une prise de conscience d'un considérable besoin sur ce marché. Un fonds de capital-risque, Educapital, a été créé en 2017, il s'intéresse particulièrement aux jeunes pousses se positionnant sur la formation continue.

En France « les tendances classiques de la technologie prennent le pas sur les technologies de pointe caractéristiques de la *EdTech* », constate Deloitte : peu d'usages de la réalité augmentée, des *data* et de l'IA, des technologies conversationnelles, de l'internet des objets dans l'offre actuelle.

Par ailleurs, leurs modèles pédagogiques doivent être confortés par une relation soutenue à la recherche scientifique (en sciences cognitives notamment) de la part des entreprises qui s'établissent sur ce secteur d'activité. Quant à leurs modèles économiques, ils doivent évoluer pour s'adapter aux pratiques des entreprises et des actifs.

Un effort substantiel de R & D et d'investissement est à consentir au profit de la *French EdTech* si nous voulons qu'elle soit à la hauteur des défis lancés par l'industrie du futur, plus largement par l'économie du futur, qu'elle soit un acteur mondialement reconnu de la *transition éducative*, et pénètre dans les établissements de formation et les entreprises. La France a toutes les compétences pour cela (sciences cognitives, informatique théorique, IA, génie logiciel, technologies immersives, conversationnelles, etc.).

Chapitre VI.

Industrie du futur et aménagement du territoire

Nous en venons au dernier volet du système social de l'industrie du futur, celui des territoires où elle se situe, des écosystèmes territoriaux où elle se développe.

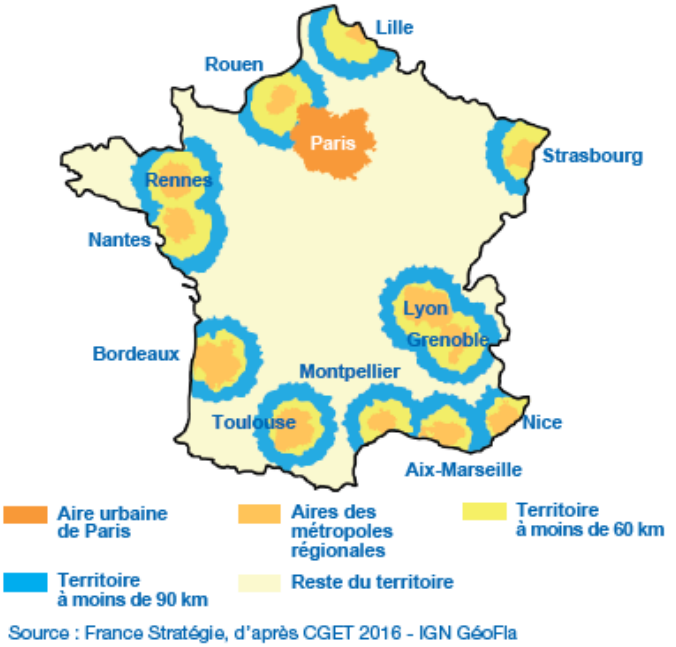
La dynamique territoriale de la France est aujourd'hui caractérisée par une concentration accrue d'externalités positives dans les métropoles régionales (appelées *zones métropolitaines* par la suite) et simultanément, pour cette raison, un recul d'attractivité de nombreuses villes moyennes et des territoires ruraux. Près de 50 % des emplois sont dans ces métropoles et l'essentiel des créations d'emplois se fait là.

▶ L'industrie du futur se concentrera-t-elle sur les zones métropolitaines ?

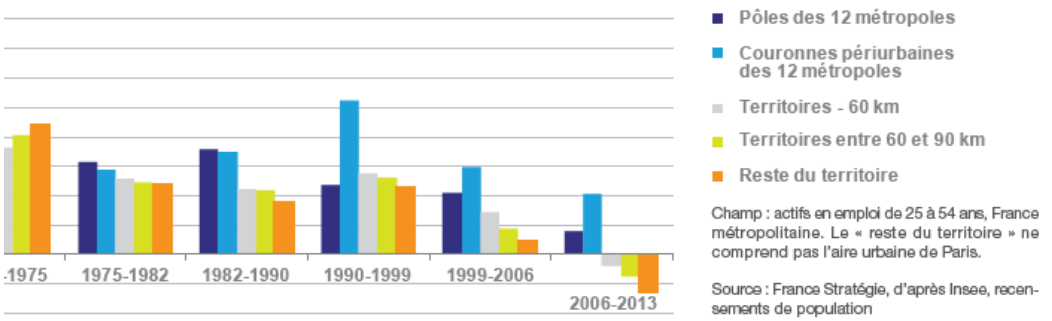
L'image, qui se répand, est celle d'une France coupée en deux. Ce constat ne fait pas l'unanimité chez les sociologues et les géographes, au motif que la coupure entre *gagnants* et *perdants* traverse les territoires, de plus il serait absurde de les opposer les uns aux autres[99]. On ne peut toutefois pas nier la réalité d'une attractivité accrue de quelques métropoles (12 à 15 selon les études) et d'une perte de vitesse de nombreux territoires qui se trouvent hors de leur influence. On ne peut nier non plus que des solidarités anciennes s'étiolent : « La relation historique entre centre et périphérie est remise en

99 Pierre Veltz. *La France coupée en deux : une image simpliste et dangereuse*. Les Echos. 24 mai 2017

cause. Les solidarités traditionnelles entre les centres et leur périphérie proche se trouvent fragilisées » (Veltz P. 2017).



La France des zones métropolitaines



Croissance annuelle de l'emploi des 25-54 ans dans les 12 métropoles de province et autour d'elles

Le poids des externalités métropolitaines, économiques, scientifiques, sociales, culturelles, les politiques ambitieuses et actives de séduction des grandes agglomérations, concourent à renforcer la concentration métropolitaine des activités économiques. Le phénomène de création d'entreprises ou de création d'activités préfiguratives de l'industrie du futur, ou bien liées à elle, s'opère plutôt dans les métropoles et dans leurs couronnes[100]. Les besoins accrus en collaborateurs ayant des diplômes de master – ou des certifications professionnelles de niveau I – poussent à cette concentration. Dans leur majorité, ils sortent d'établissements d'enseignement situés dans de grandes agglomérations où ils ont trouvé une certaine qualité de vie sociale et culturelle ; ils sont alors, dans l'ensemble, plus séduits par l'offre de services des métropoles que par celles de petites villes et des zones rurales.

Est-ce que ces tendances bien établies peuvent être modifiées ? Est-ce que l'implémentation de l'industrie du futur est de nature à réduire ce que Pierre Veltz appelle le « désespoir territorial » qui frappe des cantons, des bourgs, des villes qui se vident peu à peu de forces vives ?

▶ Il existe encore un tissu industriel significatif dans les petites villes et les zones rurales, il doit pouvoir se développer dans l'ère nouvelle

Le phénomène de désindustrialisation marque tous les territoires, mais plus gravement, au plan social, ceux qui sont éloignés des grandes agglomérations et ceux qui présentent une faible densité, c'est-à-dire les territoires dépourvus ou faiblement pourvus de *facteurs classiques de l'innovation* (voir l'encadré ci-après).

100« Les emplois liés aux technologies elles-mêmes, à leur conception, leur diffusion ou leur maintenance, représentent environ 4 % de l'emploi. C'est peu, mais l'emploi dans ce secteur progresse quatre fois plus vite que la moyenne. Principalement masculin pour l'instant, très qualifié, il se concentre dans les métropoles. La moitié se situe en Île-de-France : il y représente 7 % de l'emploi local, contre moins de 2 % en Bourgogne-France-Comté ou en Normandie. Il y a ensuite beaucoup d'emplois qui en sont induits, principalement de services (juridique, restauration, bâtiment, taxis, services à la personne…) ». Marie-Claire Carrère-Gée. Les Echos. 1er août 2017.

Pourtant les emplois industriels en milieu rural restent une réalité, en dépit des crises successives, voire d'hécatombes, qui ont conduit, au fil des années, à la désindustrialisation de la France. Un exemple : au sud du Massif Central (nord-est de la Haute-Loire et nord de l'Ardèche), il existe une douzaine de communes de plus de deux mille habitants où la part des emplois industriels, *stricto sensu*, est supérieure, voire notablement supérieure à la moyenne nationale[101]. Cette situation n'est pas rare. Il ne faudrait pas que l'arrivée des technologies 4.0 fragilise ce qui reste d'un tissu industriel des petites villes et des zones rurales qui fut naguère florissant.

Les facteurs classiques de l'innovation sur un territoire, définis par l'OCDE :

- une concentration de talents et d'activités créatives ;
- la présence de recherche et développement ;
- des réseaux de transport et de communication ;
- la taille et les caractéristiques du marché de la demande ;
- la présence d'un réseau de compétences et de partenaires potentiels ;
- l'accès au financement de l'innovation et au foncier à vocation économique.

Les petites villes et les territoires ruraux sont considérés comme relativement mal placés au plan industriel dans la compétition mondiale, par manque d'externalités positives, d'attractivité pour la main-d'œuvre qualifiée et l'encadrement supérieur. La réalité est pourtant plus diverse et nuancée. Il existe des petites villes et des territoires ruraux dynamiques. Il existe aussi des métropoles atones.

101 Marie-Ève Féréol, « Les petites villes des espaces interstitiels et l'industrie : un couple indissociable ? », *Territoire en mouvement Revue de géographie et aménagement* [En ligne]. 2014.

Hors zones métropolitaines, des territoires s'en sortent

« Les territoires qui s'en sortent ont une vision globale du développement qui touche aussi bien le rapport aux entreprises, la formation professionnelle, la politique foncière, la gestion du chômage. […] Il faut oublier que seules les métropoles peuvent porter le développement. En Vendée, il existe un réseau de petites villes (Pouzauges, Montaigu, Les Herbiers…) où règne une dynamique de développement. La force et l'attractivité d'un territoire dépendent de la qualité de vie et du dynamisme des relations sociales. […] Il n'y a pas de territoires condamnés, il n'y a que des territoires sans projet, sans hommes de qualité, éduqués et épanouis pour le porter ».

Michel Godet. Interview dans *Les Echos*. 7 juin 2017

Certaines entreprises exemplaires (on l'a vu avec Axon' Cable à Montmirail) créent des conditions favorables à la venue de talents nécessaires à leur développement, certaines le font avec le soutien actif de collectivités territoriales ayant appréhendé tous les enjeux : aides au logement, parc dédié de maisons à louer, internat, bourse aux apprentis, primes aux entreprises en soutien à l'emploi…

Certaines tendances observées pourraient contribuer à atténuer le mouvement de désaffection, comme un retour au local, au terroir. Des cadres choisissent de rompre avec la vie métropolitaine et recherchent un milieu plus naturel, moins impersonnel, pour vivre et développer une activité. La *révolution industrielle verte*, l'*alter-industrialisation* sont des mouvements naissants qui pourraient prendre un essor dans les prochaines années, ou décennies, sur certains territoires.

Mais, dans le même temps, des entreprises, y compris aux noms prestigieux, ont du mal à attirer des talents sur des territoires ruraux et des petites villes, même dans des villes moyennes (vie culturelle limitée, absence de travail pour le (la) conjoint (e)…). Des solidarités territoriales se tissent alors entre zones fragilisées qui peuvent pallier un manque d'attractivité et répondre à certaines aspirations. Les résultats ne sont pas acquis. Les Français déclarent, sondage après sondage, préférer vivre dans les villes

moyennes que dans les grandes agglomérations, mais cela ne se traduit pas par des migrations significatives.

La question qui se pose alors est stratégique : **plutôt que de tenter, avec beaucoup de difficultés, d'attirer des actifs sur des territoires peu attractifs à leur goût, ne vaudrait-il pas mieux consolider ou développer une industrie sur ces territoires en mobilisant des moyens adéquats pour accompagner leurs habitants dans leur évolution et/ou mobilité professionnelle ?** On sait, par exemple, que des technologies 4.0 (IA, 3D, *cobots*…) peuvent aider des actifs de basse ou moyenne qualification à opérer à un certain niveau de complexité technologique et organisationnelle.

▶ L'industrie nouvelle, d'essence réticulaire, pourrait devenir un levier d'aménagement du territoire

Nous serions tentés de penser que la nouvelle industrie fondée, pour une large part de sa valeur ajoutée, sur des technologies numériques ubiquitaires, propices au travail en réseaux, mettant en œuvre des chaînes flexibles de production, souvent automatisées[102], favorisera les petites structures de proximité et sera assez indifférente à la localisation de ses implantations. Ce serait de nature à renforcer la place de la nouvelle industrie dans les petites villes et les zones rurales.

Dans ce contexte, la politique de l'État de soutien à l'industrie doit présenter un volet d'aménagement territorial. L'association du ministère en charge de cette mission est nécessaire. Quel serait en effet le futur de cette nouvelle industrie, quelle adhésion susciterait-elle si elle contribuait à approfondir et à accélérer les fractures territoriales ? S'inspirant de gouvernements de la IIIe République qui firent du chemin de fer un moyen d'aménagement « de régions pauvres et déshéritées pour lesquelles le moment (semblait alors) venu de faire un acte notable de justice *redistributive* »[103], il serait bienvenu

102 Plus il y a de robots, et plus il faut (encore) de techniciens de maintenance des robots.

103 Arrivetz J., Bejui P., *Les Chemins de fer du Vivarais*, Grenoble, Presses et Éditions ferroviaires, 1986.

que nos gouvernements, associés aux gouvernances régionales, fassent de cette nouvelle industrie, d'essence réticulaire, **un vecteur de redynamisation de territoires en perte de vitesse**.

Pour faciliter et accélérer cette transition, pour ne pas complexifier les dispositifs existants, il convient, dans toute la mesure du possible, d'utiliser les mécanismes en place (réseaux, canaux, aides, fiscalité appropriée) plutôt que d'en créer de nouveaux qui seraient trop spécifiques. Ces dispositifs doivent avoir une grande stabilité dans le temps, hors certaines adaptations qui feraient suite à des retours d'expériences.

L'approche par *clusters* ou par « *clusters* élargis », nous y reviendrons, peut contribuer à résoudre cette difficulté, pour autant que l'on ait évité de créer des *clusters* artificiels.

L'effort d'investissement en infrastructures de communication est aussi à amplifier. Tous les territoires doivent être, par exemple, pourvus de **haut débit** (fibre, peut-être 4G fixe), ce qui n'est pas encore le cas et fragilise des petites villes et des territoires ruraux. L'Arcep, le régulateur des télécommunications, vient par ailleurs de révéler que le taux de *très bonne couverture voix et SMS* varie, selon les opérateurs, de 50 à 60 % du territoire national104.

La diffusion de technologies 4.0 dans les industries *classiques* peut (doit) s'opérer sur tout le territoire, avec des mesures d'accompagnement social nécessaires ; elle est même souvent une condition de la consolidation d'entreprises présentes de longue date dans de petites villes ou en zones rurales, nous en avons parlé. À cet égard, **les moyens de la politique de cohésion économique, sociale et territoriale de l'Union européenne doivent être mieux ciblés sur ces territoires et sur cette thématique industrielle** (exemple : fonds FEDER).

104 L'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes, *l'Arcep, publie de nouveaux indicateurs de performance des opérateurs*. Le Monde daté du 19 septembre 2017.

▶ L'approche par *clusters* présente des avantages

Un levier de l'action des pouvoirs publics devrait être leur politique de soutien aux clusters, en mettant en avant leurs trois fondements ou raisons d'être : « le réseau, la créativité, la résilience »[105].

Les pôles de compétitivité en sont un type, le plus en vue. Les pôles de compétitivité sont à l'origine d'avancées réelles dans un certain nombre de domaines liées à la R & D. Mais, comme le montre une étude de France Stratégie (document de travail, février 2017), les petites et moyennes entreprises dans « *les pôles à forte dominance de PME ne bénéficient ni d'une aide (financement public) significativement plus élevée, ni de compétences supplémentaires (effectifs en R & D) que les entreprises de mêmes caractéristiques restées hors des pôles* » ; les auteurs de l'étude ajoutant : « *Comme le prévoit la troisième phase de la politique des pôles, il est possible que le renforcement de l'accès des PME aux compétences et au financement pour innover leur permette à l'avenir de mieux bénéficier des externalités liées aux activités collaboratives et de réseaux au sein des pôles* ».

Des initiatives intéressantes ont été prises par de grands pôles membres de l'Association française des pôles de compétitivité[106]. Force est de constater que le volet *compétences et formation* n'est pas encore développé dans le cadre des pôles. Il faut mettre en partie cela sur le compte des critères de leur évaluation jusqu'à un passé récent et sur l'absence d'un renforcement de leurs moyens de fonctionnement pour l'élargissement de leurs missions.

Dans le cadre de l'Association française des pôles de compétitivité, 11 pôles ont souhaité constituer en 2015 une *plateforme de coordination* favorisant la prise en compte des besoins de nouvelles formations, avec d'autres problématiques comme la question des interactions homme-machine[107].

105 Raphaël Suire, *Fabriquer des clusters a-t-il un sens,* publié sur le site INAglobal.fr, juin 2013.

106 Par exemple le PASS compétences du pôle Systematic qui permet le détachement de collaborateurs de grandes entreprises dans des PME, mais il a besoin d'être relancé en tenant compte des retours d'expériences.

107 Aerospace Valley, ASTech, Axelera, Cap Digital, EMC2, I-Trans, Images & Réseaux,

À côté des pôles de compétitivité il y eut naguère les grappes d'entreprises[108] (on a parlé, un temps, de systèmes productifs locaux) que soutenait la Datar, devenue Commissariat général à l'égalité des territoires (CGET). D'autres initiatives comme les pôles d'innovation pour l'artisanat[109], les pôles d'excellence rurale[110], les pôles territoriaux de coopération économique111, dès lors qu'ils agrègent des PME concernées notamment par la numérisation de leurs *process*, sont à ranger dans les actions des pouvoirs publics au profit des *clusters*. À côté des initiatives de l'État, se situent celles des régions qui concourent à dynamiser leurs *clusters* territoriaux. Mais toutes les entreprises ne sont pas dans des *clusters*.

L'intérêt des ***clusters***, pour ce qui nous concerne ici, est dans la mutualisation possible des efforts en matière sociale (formation, attractivité, accompagnement...) et dans la dynamique

Mont-Blanc Industries, Moveo, Plastipolis et Systematic, « animent la dynamique Industrie du Futur issue de plus de 200 projets collaboratifs de R&D. Aujourd'hui, ces pôles fédèrent plus de 3 000 entreprises innovantes impliquées dans les technologies et compétences clés structurant l'Industrie du Futur. » Source : site internet du pôle Systematic : http://www.systematic-paris-region.org/fr/actualites/les-poles-de-competitivite-se-coordonnent-autour-de-lindustrie-du-futur. La portée concrète de cette *plateforme de coordination* mériterait d'être mieux connue.

108 La politique des *grappes d'entreprises* s'inscrivait dans la continuité des politiques de soutien aux clusters. Plus spécifiquement, elle avait pour objectif de soutenir des réseaux d'entreprises de petite et moyenne taille, dans une logique de complémentarité par rapport aux pôles de compétitivité. 121 grappes ont eu un soutien financier jusque fin 2013 ou fin 2014.

109 Un PIA joue un rôle d'interface avec les organisations professionnelles représentatives de son champ d'activité, l'Assemblée permanente des chambres des métiers et de l'artisanat, les structures de soutien à l'innovation, les centres et les laboratoires de recherche, pour développer des synergies et des coopérations autour de l'innovation dans l'artisanat.

110 Deux appels à projets (2010 et 2011) ont fait émerger 263 PER ayant vocation à conforter le développement économique des territoires ruraux tout en permettant d'améliorer la vie quotidienne des populations.

111 Les PTCE sont constitués par un ensemble d'acteurs de terrain qui s'associent autour d'un projet économique commun pour favoriser un développement territorial local, y créer ou recréer des filières, etc.

qu'ils peuvent créer de développement économique territorial. Ils contribuent à rompre l'isolement de certaines entreprises.

La multiplicité des dispositifs (grappes d'entreprises, quelque peu tombées en désuétude, pôles d'innovation pour l'artisanat, pôles d'excellence rurale, pôles territoriaux de coopération économique) appelle une évaluation d'ensemble de ces dispositifs et probablement leur simplification. Leur rapprochement, voire leur fusion dans la notion unique de *grappes d'entreprises*, avec des finalités diverses, permettrait probablement un élargissement de leurs missions et sûrement une meilleure lisibilité.

▶ L'approche doit s'enrichir de la notion de *clusters élargis* et de *réseaux de clusters*

La notion de *cluster* doit en effet être élargie (sur la base de règles claires), au-delà d'un territoire géographique restreint ou d'une spécialisation étroitement définie, en mettant en avant d'abord l'effet **mise en réseau,** sur l'ensemble du territoire national. C'est une façon de pallier l'isolement d'entreprises. Il est souhaitable en effet que les *clusters* agrègent de nouvelles entités et les mettent en réseau, soit parce qu'elles sont situées au cœur de leurs activités, mais en sont géographiquement éloignées, soit parce qu'elles sont géographiquement proches mais distantes en termes d'activité. Dans ce deuxième cas, c'est la similitude de questions à traiter (par exemple l'entrée dans la phase 4.0 de la révolution numérique) qui justifierait cette association qui, sans cela, pourrait être perçue comme artificielle. De plus la rencontre d'un *cluster* spécialisé et d'une entreprise d'une autre spécialisation peut avoir divers effets, aussi positifs qu'inattendus.

L'objectif général de cette manœuvre serait de **réduire le nombre d'entreprises isolées** et, même si elles sont situées sur un territoire de faible densité, de leur faire bénéficier de facteurs de l'innovation. Cela ne réduira qu'une part, mais une part non négligeable, des handicaps, à cet égard, d'une petite ville ou d'un territoire rural.

Cette manœuvre veut aussi mettre un terme à cette fatalité dénoncée par Pierre Veltz qui voudrait que « les *clusters* riches (n'aient) plus besoin de leur périphérie pauvre ». Ils auraient vocation à entraîner avec eux leurs périphéries, géographique et sectorielle, et participeraient ainsi à la dynamisation de territoires en perte de vitesse. Encore faut-il que les clusters soient dotés, ou se dotent de moyens d'intervention collective sur ce volet, parfois éloigné de leurs missions premières (pour les pôles de compétitivité, le développement de la R & D).

La notion de *réseaux de clusters* peut concerner les pôles et grappes qui ont des activités voisines, quelles que soient leurs distances géographiques (cela se pratique avec des pôles de compétitivité), et qui gagnent à échanger sur leurs pratiques, à mutualiser certains moyens, à conduire des projets communs. Elle concerne aussi la mise en synergie de pôles et de grappes avec des Campus des métiers et des qualifications centrés sur les mêmes domaines d'activité. La démarche est engagée pour quelques-uns, elle doit se généraliser.

▶ Les Conseils régionaux jouent un rôle stratégique dans la montée en compétences des PME et des ETI, question centrale à traiter pour bâtir l'industrie du futur

Ayant en charge, de façon de plus en plus affirmée, la formation professionnelle et le développement économique, notamment le soutien aux PME et aux ETI, **les Conseils régionaux sont des acteurs majeurs, incontournables, de la transformation de notre industrie** et de son entrée dans la nouvelle économie qui émerge et qui dessine des contours d'une société du futur. Ils doivent être largement impliqués dans les initiatives nationales, au-delà de ce qui se pratique actuellement et des échanges avec l'association *Régions de France*.

Les Régions se mobilisent, les unes pour l'usine et les autres pour l'industrie du futur…

Des actions sont entreprises auprès de PME. Des milliers d'entreprises industrielles sont accompagnées, soutenues par les Conseils régionaux et leurs agences avec le concours d'institutions financières, au premier rang desquelles Bpifrance. Or il faudrait en accompagner des dizaines de milliers. La question du changement d'échelle est importante, elle reste à traiter. Les clusters, dont nous avons parlé plus haut, peuvent apporter des réponses[112].

Par ailleurs, les Conseils régionaux ont gagné en responsabilités en matière de formation professionnelle initiale (l'apprentissage en est un important volet), mais aussi continue. Ils se sont globalement plus orientés au cours des dernières années sur ce second volet, vers des actions facilitant le retour à l'emploi de chômeurs (on comprend l'enjeu), par des formations de courte ou assez courte durée, que vers des actions destinées aux actifs en

112 L'Académie des technologies, dans la continuité du présent rapport, a prévu de conduire une réflexion sur la montée en compétences des PME dans leurs écosystèmes territoriaux avec, en ligne de fuite principale, le nouveau monde industriel en émergence.

situation de travail. Ils ne doivent pas perdre de vue l'accompagnement de ceux qui doivent évoluer pour ne pas être marginalisés ou exclus du système productif. Cela est particulièrement crucial, comme nous l'avons vu, pour les basses et moyennes qualifications.

De plus, les Conseils régionaux doivent veiller à ce que des *déserts éducatifs* ne gagnent pas sur des territoires où une offre adéquate de formation professionnelle serait réduite, voire absente, alors que les besoins d'accompagnement des actifs y seraient importants, exprimés ou latents. Les réponses peuvent venir de structures éphémères, à la demande, proposant des formations *ad hoc, in situ*, doublées par l'animation de réseaux sociaux et de communautés apprenantes, s'appuyant sur des outils numériques relayés par des actions d'accompagnement personnalisées.

Dans ces contextes, les **Contrats de plan régional de développement de l'orientation et des formations professionnelles (CPRDFOP)** doivent mieux intégrer les exigences de l'industrie du futur, les conditions de son développement sur les territoires.

Soulignons ici l'importance de la préparation des élus régionaux à assumer cette mission ; elle est à inscrire dans les programmes d'action de l'État ou de l'Alliance industrie du futur. Une offre spécifique d'**accompagnement des élus et des cadres territoriaux** pourrait être faite par cette dernière.

Conclusion

De l'industrie du futur à la société du futur

Nous avons voulu, à propos de l'industrie du futur, rappeler le lien qui existe entre système technique et système social et nous avons tenté d'éclairer cette relation en mettant en avant des composantes essentielles du système social : les entreprises, leurs collaborateurs, le système de la formation professionnelle tout au long de la vie, les territoires et leurs écosystèmes. Il reste en suspens la question cruciale de l'appropriation sociale de l'industrie du futur, notamment fondée sur les technologies 4.0. Elle est bien entendu fonction de la pertinence des politiques mises en œuvre, que nous avons traitées dans les chapitres précédents. Mais pas seulement.

Dans la continuité du rapport de l'Académie des technologies sur *L'appropriation des technologies* (2015), nous posons comme postulat que le succès de l'industrie du futur, son *appropriation* par le plus grand nombre, à partir de l'état actuel de notre économie et de notre société, passe par une double compréhension :

(i) compréhension du *système de l'industrie du futur*, de sa nature, de ses enjeux, par le grand public, au-delà des cercles de décideurs des secteurs public et privé ;

(ii) compréhension et prise en compte, par les promoteurs de l'industrie du futur, des imaginaires associés aux technologies utilisées et des comportements induits, ainsi que, plus globalement, des caractéristiques du système social où elle prend place (niveau de culture, de compétences techniques ou transversales et aptitude aux changements des acteurs, adaptabilité des systèmes…). C'est ce sur quoi nous avons insisté dans

des chapitres précédents. C'est suffisamment important pour que nous continuions à le faire.

La compréhension du système à venir passe par l'appréhension de son sens. Quel est **le *grand dessein* de l'industrie du futur** qui pourrait, pour le plus grand nombre, créer de l'adhésion et susciter de l'enthousiasme ?

> *« Pour que les actes soient fervents, il faut que leur signification apparaisse. »*
>
> *Saint-Exupéry dans Pilote de guerre.*

▶ Les discours sur l'industrie du futur auraient besoin, pour être entendus, d'inclure le récit convaincant d'une rénovation stimulante du modèle social

L'objectif premier des promoteurs de l'industrie du futur est la double compétitivité de notre économie – prix et hors-prix –, ce qui est louable, avec ses effets attendus sur le PIB et la balance commerciale. Mais se mobilise-t-on pour un taux de croissance ? Se dépasse-t-on pour le niveau de couverture d'une balance des paiements ? D'autant que cela provoque ou appelle une cascade de mutations sociétales et sociales qui ne sont pas neutres pour les acteurs du système métamorphosé. Quels gains, qualitatifs et quantitatifs, en retirent-ils ?

L'entreprise industrielle nouvelle pourrait-elle (enfin) être fondée sur un « **contrat d'entreprise à progrès collectif** »[113], pourrait-elle être le vecteur d'un développement inclusif prôné par l'Union européenne ?

Si la productivité des entreprises « classiques » est améliorée par un recours à des technologies 4.0, qui réduisent l'emploi à certains stades de

113 Segrestin B., Hatchuel A. (2011). L'entreprise comme un dispositif de création collective : vers un nouveau type de contrat collectif. (Colloque du Collège des Bernardins, 29-30 avril)

valeur ajoutée, quel usage est alors fait des gains de productivité ? Cette question est à élargir à tous les dividendes d'une productivité accrue que les technologies 4.0 sont susceptibles de fournir pour l'ensemble de l'économie.

Déjà, avant même que ces fruits n'apparaissent, des voix s'élèvent qui en prescrivent la répartition. Reviennent alors, dans la bouche d'hommes politiques ou sous la plume d'essayistes, des expressions comme *partage du travail, réduction du temps de travail* (voire *fin du travail*), *revenu universel*, etc. À travers eux s'exprime un questionnement, de nature philosophique, autant que politique, sur **la société du futur que nous voulons construire**. Car l'industrie du futur n'est qu'une composante, une part technologique et économique d'une société du futur qui n'est pas sans présenter des perspectives inquiétantes pour beaucoup.

À l'optimisme d'un Yann Le Cun[114] qui voit ces avancées comme une libération pour l'homme et non comme son aliénation, s'oppose la vision d'un Stephen Hawking qui n'a de cesse d'avertir des dangers de l'intelligence artificielle sur la survie de l'espèce, rejoint récemment en cela par un Elon Musk qui en demande la régulation aux politiques américains. Le chemin passera vraisemblablement au milieu de ces deux visions, lumineux quand il sera proche de l'une ; sombre quand il s'égarera vers l'autre.

▶ Le sens supérieur de l'industrie du futur doit s'affirmer au travers d'une concertation large et d'une communication adéquate

Une campagne de sensibilisation, d'explication, planifiée sur plusieurs années (ce ne sont pas des « coups de com »…) doit être intégrée aux programmes d'actions des pouvoirs publics et des organisations professionnelles. Elle doit pénétrer, avec des dosages appropriés dans la durée, les médias mais aussi les réseaux sociaux. Elle doit être relayée sur les territoires.

114 Directeur du laboratoire d'intelligence artificielle de Facebook.

Cette campagne *au long cours* ne peut s'élaborer que dans le cadre d'un large processus de concertation. C'est une sorte de Grenelle de l'industrie du futur qu'il faudrait organiser[115].

Les messages à passer concernent les grands défis de l'économie française, les technologies clés de l'industrie du futur et leurs impacts prévisibles – la transparence contribue à la confiance –, les initiatives prises par les autres grandes économies à travers le monde. Ils concernent aussi les mesures qui concourent à la sécurisation des parcours professionnels des actifs. Ces messages doivent en effet exprimer un projet social qui provoque l'adhésion du plus grand nombre.

Les messagers sont divers, mais ne peuvent pas être que des hommes ou des femmes politiques[116]. La prise de parole commune (*paritaire* en quelque sorte…) de chefs d'entreprise et de responsables syndicaux constituerait une novation majeure, les enjeux de l'industrie du futur la justifieraient pleinement.

Le gouvernement français a affirmé en 2015 vouloir faire de l'industrie du futur l'affaire d'abord des entrepreneurs ; ce qui l'a amené à créer l'Alliance industrie du futur. Cela paraît sain à certains égards. Pour autant, nous l'avons vu, l'État reste un acteur central, avec les Régions, de la construction d'une nouvelle industrie.

115 L'initiative de l'Alliance industrie du futur d'organiser le Forum *Industrie du futur et compétences* en décembre 2017 est à saluer. D'autres éditions de ce Forum sont prévues. L'expression *Grenelle de l'industrie* est citée dans un document interne de l'Alliance.

116 Quand la parole est prise par des hommes ou des femmes politiques sur des thèmes comme l'industrie du futur, il convient qu'elle soit portée de façon conjointe par des personnalités de différentes sensibilités politiques, ensemble, pour signifier la nature et l'importance des enjeux. L'exemple de la commission du Grand emprunt, en 2009, co-présidée par Alain Juppé et Michel Rocard est à suivre en la circonstance.

Annexes

▶ Annexe 1 – Alliance Industrie du Futur : une initiative à renforcer[117]

« *Alliance industrie du futur* (AIF), association loi 1901, rassemble et met en mouvement les compétences et les énergies d'organisations professionnelles et d'acteurs scientifiques et académiques, pour assurer le déploiement du plan *Industrie du futur*. Elle associe des territoires à son action, notamment les Régions.

Elle organise et coordonne, au niveau national, les initiatives, projets et travaux tendant à la modernisation et à la transformation de l'industrie en France, notamment par l'apport du numérique. Elle s'appuie pour cela sur des groupes de travail dédiés. Son action est relayée en régions par des plateformes régionales, s'appuyant sur les réseaux des membres de l'AIF, les collectivités et les pôles de compétitivité pour accompagner les PME/ETI industrielles au plus près du terrain ». (Source : AIF)

117 Cette annexe a été rédigée en collaboration avec l'Association française pour le développement de l'enseignement technique (Afdet), membre actif de l'Alliance industrie du futur.

Membres actifs de l'Alliance Industrie du futur

Collège des organisations professionnelles

- Fieec, Fédération des industries « électriques, électroniques et de communication,
- FIM, Fédération des industries mécaniques,
- Gifas, Groupement des industries françaises aéronautiques et spatiales,
- Gimelec, Groupement des industries de l'équipement électrique, du contrôle-commande et des services associés,
- PFA, Plateforme automobile,
- Symop, Syndicat des machines et technologies de production,
- Syntec numérique,
- TechinFrance, Association française des éditeurs de logiciels et solutions Internet,
- UIC, Union des industries chimiques,
- UIMM, Union des industries et métiers de la métallurgie,

Collège des partenaires technologiques

- CEA, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives,
- Cetim, Centre technique des industries mécaniques,

Collège des partenaires académiques

- Afdet, Association française pour le développement de l'enseignement technique,
- Arts et Métiers ParisTech,
- Mines Telecom,

Collège des partenaires financiers (collège créé en juin 2017)

- Bpifrance

Il existe au sein de l'Alliance un groupe de membres associés dont certains sont particulièrement actifs. « Les adhérents de *Alliance industrie du futur* s'associent pour porter une ambition commune : celle de **faire de la France un leader du renouveau industriel mondial** et propulser l'ensemble du tissu économique national au cœur des nouveaux systèmes industriels. Ces nouveaux systèmes, fondés notamment sur la transformation numérique de l'industrie, sur des nouvelles technologies de production (composites,

fabrication additive, robotique avancée…), sur une économie plus forte des ressources naturelles, sur le décloisonnement des fonctions de conception, de production et de service et enfin sur la place de l'homme profondément revalorisée, viennent bouleverser l'ensemble des chaînes de valeur et des positions industrielles acquises »[118]. Nous ne nous intéressons ici qu'aux actions portant sur le volet social de l'émergence de l'industrie du futur ou ayant une relation avec lui.

▶ ***Un premier bilan encourageant***

Des groupes de travail avancent sur plusieurs axes, avec de bonnes vitesses de progression dans l'ensemble :

- développement de l'offre technologique du futur ;
- déploiement régional auprès des entreprises ;
- hommes et industrie du futur ;
- normalisation à l'international ;
- promotion de l'offre technologique existante ;
- vitrine industrie du futur ;
- communication.

La présence de chefs d'entreprise (ou cadres dirigeants en responsabilité opérationnelle) dans ces groupes de travail, voire dans le groupe de pilotage de l'ensemble, est à renforcer.

Le groupe *Hommes et industrie du futur* a eu peine à avancer. Est-ce un hasard ? Est-ce qu'il revient à l'Alliance, comme cela a été initié avec les métiers de la maintenance, de publier des fiches métiers ? Alors que nombre de commissions et d'offices analysent et présentent par ailleurs des métiers de l'industrie et les compétences qu'ils requièrent. Un nouvel élan pourrait être donné avec l'Agora *L'Homme au cœur de l'industrie du futur* qui se tient en décembre 2017 et les conclusions tirées.

118 Source : site de *Alliance Industrie du Futur*.

Sur le volet *information sur les métiers et les formations* dédiées à l'industrie du futur, le portail ***Osons l'industrie***, lancé en mars 2016 à l'initiative du Conseil national de l'industrie et de l'AIF, avec l'ONISEP, paraît en suspens.

L'AIF propose **un référentiel de l'industrie du futur.** L'application est un support de sensibilisation à l'industrie du futur. C'est également une boîte à outils personnalisée pour identifier les axes clés pour le déploiement de l'Industrie du Futur dans une entreprise. Une section FAQ propose une présentation des fondamentaux de l'industrie du futur. Il est également possible à chacun de dresser le profil de son organisation actuelle et visée au travers du référentiel qui lui est proposé par l'AIF. Une image de la page d'entrée sur le site est présentée ci-dessous.

Le soutien aux entreprises est d'une ampleur significative, il veut être démonstratif. Deux ans après le lancement du plan *Industrie du Futur*, l'AIF a dressé un bilan du déploiement territorial de cette action : « fin 2016, 4 100 PMI sont accompagnées par des initiatives régionales et nationales ». Ce qui est un beau résultat qui dépasse de beaucoup les objectifs fixés au terme

de deux années (2 000 entreprises). D'ores et déjà 5 500 financements sont disponibles. 8 000 entreprises manufacturières ont été identifiées comme étant susceptibles d'être accompagnées à terme, celui-ci n'étant pas précisé. Mais il y a plus de 30 000 entreprises manufacturières en France. **Le passage à l'échelle** reste une question clé. La politique suggérée ici de recours aux *clusters* et aux *clusters* élargis est une réponse possible, pas exclusive.

Par ailleurs, la réalisation de ***Vitrines industrie du futur*** correspond à un volet essentiel de la feuille de route de l'AIF. « Synonyme d'engagement marqué dans la démarche de transformation de l'industrie, le label « Vitrine Industrie du Futur » récompense les entreprises ayant développé concrètement un projet novateur pour l'organisation de leur production, au sens large, et notamment à travers le numérique. Elles sont 31 sociétés à avoir reçu ce label en septembre 2017. Le champ d'activité des entreprises lauréates couvre de nombreux secteurs », selon le site internet de l'AIF. « L'excellence et la reproductibilité » interviennent dans la sélection des vitrines.

Les vitrines technologiques concourent à l'information, à la sensibilisation des décideurs et des acteurs de l'industrie. Elles devraient être un support de la formation professionnelle, un lieu de d'expérimentation de nouvelles pédagogies, de preuve de concepts pédagogiques. Des formations préparant l'arrivée de technologies nouvelles dans les entreprises gagnent, en effet, à se faire dans des espaces qui en seraient préfigurateurs ; ces vitrines en sont. Elles gagneraient donc à accroître leur *vie sociale* : au-delà des formations, plus de rencontres, plus de travaux collaboratifs, plus d'évènements sur place seraient bienvenus. Des plateformes adjacentes de partage de connaissances et d'expériences pourraient compléter utilement le dispositif. Cela a un coût, notamment pour l'entreprise qui porte et anime la vitrine. Faisant partie des concours possibles d'une entreprise à une mission de service public, cela doit être reconnu au plan fiscal[119].

119 Voir la proposition concernant le recours plus intensif au mécénat en nature ou en compétences et la proposition de création d'un crédit d'impôt dédié à la formation professionnelle, dans toutes ses composantes (chapitre 5).

Certaines régions ne disposent pas de vitrines, dans d'autres elles sont encore rares. Il conviendrait qu'il y ait rapidement plusieurs vitrines par région pour renforcer la proximité avec les PME à convaincre.

▶ ***Des limites à dépasser, ou en cours de dépassement :***

Nous ajoutons ici d'autres point d'amélioration, non hiérarchisés.

L'AIF a pris conscience que **l'industrie du futur ne se résume pas au numérique,** même si les technologies numériques occupent une place centrale dans ses travaux. Après les processus hybrides continus, discrets et spéciaux, elle a introduit dans la liste des solutions qu'elle promeut « les composites, nouveaux matériaux et assemblages » ainsi que « l'efficacité énergétique et l'empreinte environnementale ». C'est une avancée. Elle doit transparaître dans le volet *Hommes et industrie du futur.*

L'AIF ajoute judicieusement, dans les démarches de modernisation de l'outil industriel, la problématique de **la *digitalisation* de la chaîne de valeur** (ce qui devrait conduire à aborder les nouveaux modèles d'affaires fondés sur l'usage de technologies numériques) et la question de la place de l'homme dans l'usine. Il faudrait élargir ici « l'usine » à « l'industrie » et peut-être, plus globalement, à « l'économie ».

L'Alliance industrie du futur, qui est, par la volonté gouvernementale, entre les mains des acteurs de cette mutation, **branches professionnelles,** partenaires sociaux, établissements d'enseignement supérieur et organismes de recherche, doit élargir le périmètre de ses membres. Des branches n'y sont pas qui pèsent pourtant lourdement dans notre économie (exemple : les IAA). De grands **Centres techniques industriels,** au-delà du Cetim, devraient être des membres actifs (exemple : l'IFTH).

Le collège des établissements de formation, aujourd'hui centrés sur les formations d'ingénieurs, doit s'élargir aux formations dans d'autres disciplines (design et management, pour commencer) et doit couvrir tous les niveaux de diplômes et de titres (au moins les niveaux Bac, Licence, Maîtrise pour les premiers et les niveaux IV à I pour les seconds). L'entrée de l'Afdet dans

ce dispositif en 2016 est allée dans le bon sens. Cela ne paraît pas suffisant. Des établissements dédiés à la formation tout au long de la vie comme l'Afpa et le Cnam devraient en être. De plus, les universités, toutes les écoles à divers niveaux sont concernées : la CPU, la CGE, la CDEFI, l'Adiut, entre autres, devraient être associées à l'Alliance d'une façon ou d'une autre.

L'AIF a mis en place une organisation régionale, avec un « ambassadeur » de l'industrie du futur (chef d'entreprise) par région et trois correspondants par région (un pour les matériaux, la mécanique, les procédés ; un pour l'automatique et l'électronique ; un enfin pour les logiciels et le numérique). Le bilan est mitigé. Il est fonction des personnalités mobilisées, de leur niveau d'implication sur le terrain. Puisque la dimension humaine et sociale du plan *industrie du futur* est désormais unanimement reconnue par les membres de l'Alliance, il serait utile qu'il y ait aussi par région un correspondant pour « l'Homme et l'industrie du futur ». Par ailleurs le dynamisme de la coordination nationale devrait se retrouver dans les coordinations régionales, ce qui n'est pas le cas partout.

La collaboration que l'Alliance a lancée avec l'Association française des pôles de compétitivité va dans le bon sens. Elle devrait s'amplifier sur le volet de la montée en compétences des PME. Les grappes d'entreprises, revivifiées, sont aussi un point d'appui pour l'action territoriale.

Il ressort de l'ensemble de nos réflexions que le plan Industrie du futur devrait, au niveau de l'État, mobiliser conjointement plusieurs ministères, au-delà du ministère de l'économie et des finances, en charge de l'industrie : le ministère de l'éducation nationale, celui de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation, le ministère du travail, celui de la cohésion des territoires[120]. D'autres ministères y seraient associés. Un plan multifactoriel de cette importance, aux enjeux si lourds, devrait, pour sa conception et sa mise en œuvre, bénéficier d'une coordination interministérielle et donc relever de la tutelle du Premier ministre.

120 Les intitulés des portefeuilles ministériels sont ceux du gouvernement de M. Édouard Philippe (décret du 21 juin 2017).

L'Alliance Industrie du futur, tout en préservant une certaine autonomie de gouvernance, devrait avoir un lien direct avec Matignon.

Enfin, et c'est peut-être la principale faiblesse du dispositif mis en place : **les Régions** ne sont pas parmi les membres actifs alors que, dans les faits, sur le terrain, elles sont appelées à être les acteurs les plus actifs dans la diffusion des technologies numériques, dans l'accompagnement des PME, dans le redéploiement du dispositif de la formation professionnelle tout au long de la vie. Et pour qu'elles soient des acteurs fortement impliqués dans les actions qui concourent au développement de l'industrie du futur, il faut qu'elles soient impliquées dans leur conception.

L'AIF est désormais à un tournant. En même temps que se multiplient des actions sur le terrain, dont la vision d'ensemble n'est pas claire, les premiers signes d'essoufflement apparaissent. Née sur une initiative du ministère de l'économie et de l'industrie, à un moment où M. Emmanuel Macron était en charge de ce département ministériel, elle devrait recevoir un soutien appuyé du plus haut sommet de l'État pour la re-légitimer et relancer la dynamique. Le bilan des deux premières années plaide pour cela.

Elle ne pourra assumer cette mission sans quelques renforts dans son personnel permanent. Une solution pourrait être la mise à disposition, par de grandes entreprises, de salariés à temps plein ou de personnes-ressources à temps partiel, sur des périodes de deux ou trois ans, dans le cadre du mécénat de compétences. L'attribution à l'AIF du statut d'*association reconnue d'utilité publique* serait légitime et faciliterait ces soutiens.

▶ Annexe II – Comment se situe la France ? Perspectives de l'OCDE sur les compétences 2017

Conseils aux politiques en résultant

« L'édition 2017 des *Perspectives de l'OCDE sur les compétences* montre à quel point les chaînes de valeur mondiales (CVM) et les compétences des adultes sont liées. Ce rapport présente de nouvelles analyses à partir de l'enquête sur les compétences des adultes et de la base de données sur les échanges en valeur ajoutée. Il développe un tableau de bord liant compétences et chaînes de valeur mondiales afin d'évaluer dans quelle mesure les pays ont pu tirer au mieux parti des CVM à travers les compétences de leur population, et selon des critères de compétences, de CVM et de résultats sociaux et économiques. Cette étude explique également ce que les pays devraient faire afin de se spécialiser dans des secteurs d'activité technologiquement avancés.

– Depuis les années 2000, la France a relativement peu augmenté sa participation dans les chaînes de valeur mondiales, se classant légèrement au-dessus du dernier quart des pays de l'OCDE. En France, 29 % des emplois du secteur marchand sont soutenus par la demande finale provenant de l'étranger, dont la moitié de ses partenaires de l'Union européenne.
– La France est spécialisée dans les secteurs technologiquement avancés, mais a peu intensifié cette spécialisation au cours des dernières années. Les compétences de sa population ne paraissent pas suffisamment correspondre à celles exigées par ces secteurs. En effet, le premier quart des adultes les plus performants en « *littératie* » et « *numératie* » affiche des résultats en dessous de la moyenne des pays de l'OCDE, ce qui peut s'avérer insuffisant pour développer un avantage comparatif dans les secteurs technologiquement avancés qui exigent des travailleurs dotés de fortes compétences cognitives.

Selon l'OCDE, 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 » et la* **numératie** *désigne « la capacité de comprendre les chiffres et de s'en servir pour raisonner ».*

- Cette participation légèrement accrue dans les chaînes de valeur mondiales s'est accompagnée de résultats en termes d'emploi et de progrès sociaux proches de la moyenne OCDE. On note par exemple un stress au travail stable. La productivité a peu augmenté en France, avec une croissance se situant en dessous de la moyenne des pays de l'OCDE.
- Afin de garantir des bénéfices sociaux et économiques de cette inclusion dans les marchés mondiaux, la France doit doter sa population d'un éventail de compétences non seulement cognitives mais aussi sociales et émotionnelles, offrir plus d'équité dans l'apprentissage et encourager les adultes de développer et adapter leurs compétences tout au long de leur vie. Le Programme international pour l'évaluation des compétences des adultes (PIAAC) montre que près d'un tiers des adultes en France (31 %) souffre d'un manque de compétences en *numératie* et/ou *littératie*, soit cinq points de plus que la moyenne des pays de l'OCDE (26 %).

▶ ***Principaux messages concernant les politiques :***

(i) Doter les diplômés d'un bagage de compétences solides et pertinentes et de qualifications fiables.

– Les jeunes en France ont en moyenne des scores en littératie et numératie proche de la moyenne des autres pays de l'OCDE. Toutefois, les résultats de l'enquête PISA indiquent que les scores des élèves de 15 ans se sont affaiblis en mathématiques depuis 2006 alors qu'ils n'ont pas augmenté en science et en lecture. Afin de faire face aux défis de la globalisation, la France doit équiper l'ensemble de ses jeunes de solides compétences cognitives ainsi que de compétences socioémotionnelles, qui sont très valorisées en entreprise. En effet, les travailleurs français effectuent les tâches relatives aux TIC, à l'auto-organisation, au management et à la communication ou encore les tâches liées au marketing et à la comptabilité moins fréquemment que les travailleurs des autres pays de l'OCDE.
– Afin de se spécialiser dans les secteurs technologiquement avancés, les pays doivent disposer d'un réservoir de travailleurs dotés de qualifications reflétant fidèlement ce qu'ils savent faire. En France, 17 % des jeunes diplômés de l'enseignement supérieur ont des compétences en numératie inférieures au niveau 2, soit moins que la moyenne de l'OCDE (23 %). Ces diplômés ont des compétences qui ne sont pas suffisamment en phase avec leur niveau de diplôme. Les différences notables de compétences entre les élèves de 15 ans selon leur origine sociale ainsi qu'un système d'éducation et de formation professionnelle de qualité inégale se traduisent par des résultats d'apprentissage inégaux chez les adultes en France.
– Afin de doter l'ensemble des diplômés d'un éventail de compétences solide, l'édition 2 017 des Perspectives de l'OCDE sur les compétences

insiste sur l'importance d'une éducation pré-primaire de grande qualité pour tous pour garantir à chaque enfant un bon départ dans leur éducation. De plus, des méthodes d'enseignement innovantes dans les écoles et un soutien fort des professeurs à tous les élèves peuvent permettre d'atteindre les compétences cognitives, sociales et émotionnelles les plus pertinentes. La France doit par ailleurs améliorer la qualité de ses programmes d'éducation et de formation professionnelle en développant un apprentissage orienté autour du monde professionnel et de ses exigences.

(ii) Développer et adapter en continu les compétences des adultets.

– Les travailleurs français affichent des scores en littératie et numératie en deçà de la majorité des autres pays de l'OCDE, ce qui provient en particulier de scores moins élevés pour les 45 ans et plus. Par rapport aux autres pays de l'OCDE, les travailleurs français figurent parmi les moins engagés dans les programmes d'apprentissage des adultes. Les adultes au chômage ont également peu participé à l'enseignement ou à la formation en 2012 selon l'évaluation des compétences des adultes (PIAAC).
– Un risque de cercle vicieux existe pour les adultes en dehors du marché du travail, qui, bénéficiant peu des programmes d'apprentissage, tendent à conserver des compétences faibles, lorsque les adultes actifs peuvent espérer améliorer les leurs au fil des années. Les politiques doivent garantir un meilleur soutien aux adultes hors du marché du travail mais aussi aux travailleurs qui risquent de perdre leur emploi.

(iii) Tirer le meilleur parti du vivier de compétences

– Les données suggèrent que les bonnes pratiques de gestion des ressources humaines sont assez répandues en moyenne dans les entre-

prises françaises avec de fortes variations entre entreprises *(NDLR : peu répandues dans les PME)*. Ces pratiques de gestion représentent un outil de taille pour garantir un usage efficient des compétences des adultes, celles-ci permettant aux entreprises de s'ajuster aux nouveaux besoins, et offrant ainsi un avantage comparatif pour le pays au sein des CVM.

– Divers types de politiques affectent les pratiques de gestion des entreprises, comme les mesures de législation sur la sécurité de l'emploi ou encore des politiques moins directement associées au domaine des compétences comme la réglementation des marchés de produits. Une meilleure compréhension de l'incidence des formes de travail atypiques, et des droits de protection sociale des travailleurs en vertu de ces contrats, aiderait la France à concevoir une législation sur la protection de l'emploi favorisant un meilleur usage du vivier de compétences des adultes, tout en permettant de protéger des délocalisations les travailleurs fortement exposés à la concurrence internationale ».

Source : OCDE. Note par pays. FRANCE (mai 2017)

Contributeurs

▶ ***Liste des membres et collaborateurs de l'Académie des technologies associés à la préparation de ce rapport***

- Alain BRAVO
- Alain CADIX (rédacteur du rapport)
- Bruno DUBOST (pour la région Auvergne-Rhône-Alpes)
- Pascal FOURNIER (pour la région Auvergne-Rhône-Alpes)
- Wolf GEHRISCH (pour l'Allemagne et l'international)
- Armand HATCHUEL
- Philippe JAMET
- Patrick MAESTRO
- François MUDRY
- Jean-Claude RAOUL (pour la région Bretagne)
- Bernard TRAMIER (pour la région Auvergne-Rhône-Alpes)
- Pierre VELTZ
- Dominique VERNAY
- Thierry WEIL

▶ ***Liste des experts rencontrés***

- Jean-Luc BEYLAT, président de l'Association française des pôles de compétitivité, directeur à NOKIA France
- Luc CHEFNEUX, ancien dirigeant d'Arcelor, membre de l'Académie royale de Belgique
- François CLUNY, directeur général du pôle de compétitivité Systematic
- Philippe DEBRUYNE, vice-président (CFDT) du Copanef
- Claude DIDRY, enseignant chercheur à l'ENS Cachan

- Philippe DOLE, directeur général du Fond paritaire de sécurisation des parcours professionnels
- Patrick FRIDENSON, directeur d'études à l'EHESS
- Lionel de LA SAYETTE, haut conseiller auprès du président, Dassault Aviation
- Éric LEROUGE, délégué Usages numériques, Syntec numérique
- Gilles LODOLO, directeur Emploi – Formation, UIMM
- Isabelle MARTIN, secrétaire confédérale de la CFDT, ancien membre du CNI
- Tahar MELLITI, délégué général de l'Alliance industrie du futur
- Jean-Marc MONTEIL, ancien recteur, chargé d'une mission numérique par le Premier ministre
- Tommaso PARDI, enseignant chercheur à l'ENS Cachan
- François PELLERIN, directeur du projet « usine du futur », Nouvelle Aquitaine
- Joseph PUZO, président-directeur général de AXON CABLE à Montmirail
- Daniel RICHET, directeur du développement du Cetim
- Joël RUIZ, directeur général, AGEFOS-PME
- Paul SANTELMANN, directeur Veille emplois et qualifications, Afp
- Samuel VIOLLIN, inspecteur général de l'éducation nationale (sciences et techniques industrielles)
- Dominique WEBER, président, Union nationale des industries françaises de l'ameublement

▶ ***Auditionnés par Bruno DUBOST, Pascal FOURNIER, Bernard TRAMIER***

- Nicolas JAUMET, directeur recherche process, Michelin
- Jean-Manuel MAS, directeur général du pôle de compétitivité Axelera
- Jérôme SICARD, directeur adjoint de la recherche, Centre technique de la plasturgie et des composites

▶ ***Auditionnés par Jean-Claude RAOUL***

– Jean-Luc CADE, directeur général, Association bretonne des entreprises agroalimentaireArnaud LEGRAND, PDG, Energiency
– Loïc ROGER, PDG, LA BEVA Nutrition
– Jean-Marc THOUELIN, conseiller technique, Institut Maupertuis
– Cédric TROADEC, directeur, Agrocampus
– Gaël VIGNON, PDG, Vif.

Nos remerciements vont à Serge CATOIRE et Jacques SERRIS (Conseil général de l'économie) et à Grégoire POSTEL-VINAY (Direction générale des entreprises) pour les fructueux échanges que nous avons eus avec eux.

Repères bibliographiques

▶ Ouvrages, rapports et sites officiels, articles

Afdet – Cereq (2017). Les blocs de compétences dans le système de certification professionnelle : un état des lieux.Site: http://www.cereq.fr/publications/Cereq-Echanges/Les-blocs-de-competences-dans-le-systeme-francais-de-certification-professionnelle-un-etat-des-lieux

Alliance industrie du futur. Site : http://www.industrie-dufutur.org/

Anact (2016), La qualité de vie au travail [10 questions sur…]

Babinet G. (2015), *Big data, penser l'homme et le monde autrement* (Le Passeur Ed.).

Babinet G. (2016), *Transformation digitale, l'avènement des plateformes* (Le Passeur Ed.).

Barthélémy J., Cette G. (2016), *Travailler au XXIe siècle. L'Ubérisation de l'économie* (Odile Jacob)

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).

Brynjolfsson E., McAfee A. (2016), *Le deuxième âge de la machine, travail et prospérité à l'heure de la révolution technologique* (Éditions Odile Jacob)

Cardon D. (2017). Vivre avec les algorithmes (*Sciences humaines*. Hors-série. N°22).

Cette G., Bergeaud A., Lecat R. (2017), Croissance économique et productivité, un regard sur longue période dans les principales économies développées (*Futuribles*. N° 417).

Cpme (2016). *89 propositions pour les PME. Les PME au cœur de la présidentielle*.

Desaunay C. (2014), Produire et consommer à l'ère de la transition écologique (*Futuribles*. N° 403).

Fim (2016), *Guide pratique de l'usine du futur, enjeux et panorama de solutions*.

Fondation Télécom (2015), *L'Homme augmenté, notre humanité en quête de sens*.

Gallois L., Lubin C., Thiard P-E. (2012), *Pacte pour la compétitivité de l'industrie française* (Rapport au Premier ministre).

Godet M. (2016), *Bonnes nouvelles des territoires* (Odile Jacob).

Guchet X. (2017). Les machines, des agents moraux ? (*Sciences humaines.* Hors-série. N°22)

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)

Igas, Igen, Igaenr, Cgeiet (2016), *Les besoins et l'offre de formation aux métiers du numérique* (Rapport au gouvernement).

Iribarne [d'] A. (2015), La nouvelle révolution industrielle (*Futuribles*. N° 406)

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)

L'Institut de l'entreprise (2014), *Big data, efficacité énergétique, nouvelles technologies de production : comment faire entrer la France dans la troisième révolution industrielle ?*

McAfee A. (2015), *The Second Machine Age* (Norton & Company. New York, London)

Malier Y. (2017), *Reconnecter la formation à l'emploi* (Presses des Mines, Libres opinions)

Medef (2016). *Le monde change, et la France ? 7 défis pour gagner en 2020*.

Ministère de l'économie. Nouvelle France Industrielle : https://www.economie.gouv.fr/nouvelle-france-industrielle/accueil

OCDE (2016) *L'importance des compétences : nouveaux résultats de l'évaluation des compétences des adultes*.(Études sur les compétences, Éditions Ocde).

Opinion Way (2016). Les Français et la politique industrielle (Sondage pour OPEO)

Opinion Way (2017). La grande consultation des entrepreneurs (Sondage pour CCI France/La Tribune/Vague 18)

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)

Santelmann P. (2016), La formation continue en France (*Futuribles*. N° 410)

Schwab K. (2017), *La quatrième révolution industrielle* (Dunod)

Segrestin B., Hatchuel A. (2012), *Refonder l'entreprise* (Éditions du Seuil).

Silva F., Lacan A. (2015), Le renouvellement des pratiques managériales (Futuribles. N° 408)

Stiegler B. (2015), *La Société automatique : 1. L'avenir du travail* (Fayard)

Syntec Numérique (2016), Transformer l'industrie par le numérique (Livre blanc Industrie du futur)

Terra Nova (2017). Que peut le numérique pour les territoires isolés ? (Rapport)

Veltz P. (2015), La société hyper-industrielle et ses territoires (*Futuribles*. N°409).

Veltz P. (2017), *La Société hyper-industrielle - Le nouveau capitalisme productif* (Editions du Seuil)

Veltz P., Weil T. [sous la direction de] (2014), *L'industrie, notre avenir. Colloque de Cerisy* (Eyrolles. La Fabrique de l'industrie).

Xerfi – Dgt (2015), La robotique en France, robotique industrielle et de service : analyse du jeu concurrentiel et perspectives du marché à l'horizon 2020.

▶ Sources actives concernant l'industrie du futur

- Académie des technologies
  - Les grands systèmes sociotechniques (2013)
  - 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 (2015)
  - La perception des risques (2016)
  - Une stratégie robotique pour réindustrialiser la France (2017)

- 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)

- Conseil National de l'Industrie (CNI)
  - Avis sur la formation initiale (2015).
  - Quatre recommandations du CNI : penser la formation comme un investissement et co-construire des solutions innovantes (février 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)

- Deloitte
  - The future of manufacturing. Making things in a changing world (2015)
  - TechTrends 2016. Innovating in the digital era (2016)
  - How machines are changing every sector of the UK economy (2016)
  - L'intelligence artificielle d'hier et de demain : histoire d'une idylle entre l'homme et la machine (2017)
  - Pourquoi il ne faut pas avoir peur de l'intelligence artificielle (2017)
  - Tendances RH 2017. New rules, new game (2017)

- Ernst & Young (EY)
  - Quelles intelligences pour l'industrie du futur (2017)
  - Croire en l'industrie du futur et au futur de l'industrie (2017)
  - Industrie du futur : le renouveau de l'industrie française (2017)

- La Fabrique de l'industrie
  - Formation professionnelle et industrie. Le regard des acteurs de terrain (2014)
  - Mutations industrielles et évolution des compétences (Les synthèses. N°5. Avril 2016)
  - La formation professionnelle en Suisse (Les synthèses. N°6. Mai 2016)
  - Travail industriel à l'ère du numérique. Se former aux compétences de demain (Les notes de la Fabrique, Presse des mines. 2016)
  - L'imbrication croissante de l'industrie et des services (Les synthèses. N°8. Juillet 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
  - Quelle France dans dix ans ? Les chantiers de la décennie (Rapport au Président de la République. Juin 2014)
  - Dynamiques et inégalités territoriales (Synthèse des débats. Septembre 2016)
  - L'effet de l'automatisation sur l'emploi : ce que l'on sait et ce qu'on ignore (La note d'analyse. Juillet 2016)
  - Dynamique de l'emploi et des métiers : quelle fracture territoriale ? (La note d'analyse. Février 2017)
  - Évaluation de la politique des pôles de compétitivité : la fin d'une malédiction ? (Document de travail. Février 2017)
  - Stratégie France I.A., pour le développement des technologies d'intelligence artificielle (Rapport de synthèse. Mars 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)

– La Gazette de la société et des techniques (publication des Annales des mines)
  - La voie pro, pour les nuls ? (N°80, janvier 2015)
  - Obsolescence programmée des objets : mythe ou réalité ? (N°81, mars 2015)
  - Formation et industrie, refonder la promotion sociale (N°90, janvier 2017)
  - *Ubérisation,* le coup d'État n'aura pas lieu (N°91, mars 2017)

- Institut Montaigne
  - *Big Data* et objets connectés, faire de la France un champion de la révolution numérique (2013)
  - Remettre la formation professionnelle au service de l'emploi et de la compétitivité (2013)
  - Sauver le dialogue social, priorité à la négociation d'entreprise (2016)

- McKinsey et McKinsey Global Institute
  - *Digital Globalization : The new era of global flows* (McK Global Institute. March 2016)
  - *Where machines could replace humans – and where they can't [yet]* (McK Quaterly. July 2016)
  - *Harnessing automation for a future that works* (McK Global Institute Report. January 2017)
  - 10 enjeux cruciaux pour la France à l'horizon 2022 (McK Global Institute. Avril 2017)

- Réalités Industrielles (une série des Annales des mines)
  - Former pour l'inconnu (Mai 2016)
  - L'industrie du futur (Novembre 2016)

- Roland Berger
  - Les classes moyennes face à la transformation digitale (*Think Act*. 2014)
  - Des robots et des hommes. Pour une vision confiante de la logistique (*Think Act*. 2016)

– Techniques de l'ingénieur
  - L'intelligence artificielle s'impose dans l'entreprise comme chez le particulier (Livre blanc. Mars 2017)
  - Données, fil numérique et industrie 4.0 (Livre blanc. Mars 2017)
  - Intégrer le numérique dans votre production (Livre blanc. Avril 2017)

Liste des *index* ou classements utilisés dans le rapport

▶ Global Innovation Index

L'Indice mondial de l'innovation contient 81 indicateurs détaillés en matière d'innovation, évalués pour 127 pays. Ces indicateurs adoptent une vision large de l'innovation et couvrent notamment l'environnement politique, l'éducation, les infrastructures et le perfectionnement des entreprises.

Il est établi chaque année par l'université Cornell, l'INSEAD et l'Organisation internationale de la propriété intellectuelle (*World Intellectual Property Organization* ou *WIPO*).

La Suisse, la Suède et les Pays-Bas occupent les trois premières places, devant les États-Unis et le Royaume-Uni. La France a progressé en trois ans de la 21ème à la 15ème place, notamment sous l'effet de sa politique de soutien aux start-up.

▶ Global Competitiveness Index (and Report)

Le Rapport mondial sur la compétitivité évalue la compétitivité de nombreux pays (138 en 2016-17). Environ 150 critères sont utilisés, ce qui permet de mieux identifier et comprendre les facteurs de productivité et de prospérité. Le rapport est annuel, il est établi par le Forum économique mondial (Davos).

La Suisse, Singapour et les États-Unis restent les économies les plus concurrentielles, devant les Pays-Bas et l'Allemagne. La France (21ème mondiale) ne figure pas dans les 10 premières places européennes.

▶ World Competitiveness Scoreboard

L'Annuaire mondial de compétitivité est publié par IMD[121] depuis 1989. Il compare la performance de 63 pays[122] selon plus de 340 critères mesurant différentes facettes de la compétitivité.

Les cinq premiers sont Hong Kong, la Suède, Singapour, les États-Unis, les Pays-Bas. La France se situe en 21ème position.

▶ Networked Readiness Index

Le NRI, établi par le Forum économique mondial (Davos), mesure la propension des pays à exploiter les opportunités offertes par les technologies de l'information et de la communication (TIC). Près de 140 pays sont analysés. Il est publié en collaboration avec l'INSEAD, dans le cadre de son Rapport mondial sur les technologies de l'information (GITR) annuel. Ce rapport est considéré comme l'évaluation la mieux établie et complète de la façon dont les TIC ont une incidence sur la compétitivité et le bien-être des nations

Les 5 premières places sont occupées par Singapour, la Finlande, la Suède, la Norvège et les États-Unis. La France, en 24ème position, est 11ème en Europe.

▶ PISA

Le *Programme of International Students Assessment* est établi tous les trois ans par l'OCDE, sur la base d'une évaluation des élèves âgés de 15 ans, dans environ 70 pays.

L'enquête PISA évalue dans quelle mesure les élèves qui approchent du terme de leur scolarité obligatoire possèdent certaines des connaissances et compétences essentielles pour participer pleinement à la vie de nos sociétés

121 L'IMD *(International Institute for Management Development)* est un institut de management situé à Lausanne. Il a été créée en 1990 par la fusion de l'IMI Genève (créée en 1946 par Alcan) et l'IMEDE (créée en 1957 par Nestlé). Il occupe les premiers rangs dans le classement des MBA européens et mondiaux.

122 Cas particulier : Hong Kong, province chinoise.

modernes. L'enquête se concentre sur des matières clés des programmes scolaires : mathématiques, sciences, lecture.

Les classements se font par matière clé. Globalement, les pays les mieux placés sont : Singapour, le Japon, l'Estonie, la Finlande, le Canada. La France est 26ème pour les mathématiques et pour les sciences et 19ème pour la lecture.

▶ PIAAC

Le *Programme for the International Assessment of Adult Competencies* (*PIAAC*) est établi tous les trois ans par l'OCDE. Un peu plus de 40 pays y participent.

Cette évaluation mesure la maîtrise de certaines compétences clés en traitement de l'information chez les adultes, avec trois volets dans l'enquête : la *littératie*, la *numératie* et la résolution de problèmes dans des environnements technologiques ; le programme permet aussi de recueillir des informations et des données sur l'utilisation qu'ils en font dans le cadre privé, professionnel et plus globalement, au sein de la société. Dans la dernière enquête, la France n'a pas participé au troisième volet. En *littératie*, comme en *numératie*, elle occupe la 24ème place dans la dernière évaluation.

Nota : les derniers résultats des enquêtes PISA et PIAAC sont repris dans le document de l'OCDE présentant la situation de la France (annexe 2 du présent rapport).

▶ World Value Survey

Le *WVS* est établi par un réseau mondial de spécialistes des sciences sociales qui étudie l'évolution des valeurs et leur impact sur la vie sociale et politique, dirigé par une équipe internationale de chercheurs supportée par l'association WVS dont le siège social est situé à Stockholm.

Le *WVS* se compose, depuis 1981, d'enquêtes représentatives à l'échelle nationale menées dans près de 100 pays, qui représentent près de 90 pour cent de la population mondiale, en utilisant un questionnaire commun. Ainsi, le *WVS* est la plus grande enquête existante sur les croyances et les valeurs humaines, elle s'appuie sur des entretiens avec près de 400 000 personnes. Les classements se font par valeurs-clés.

Pour la valeur *Autonomie,* qui nous intéresse ici, une valeur d'émancipation, la France était en 58ème place dans la dernière étude à laquelle elle a participé (vague 5 publiée en avril 2015).

▶ Power Distance Index

Le PDI, ou Indice de Hofstede[123], évalue dans quelle mesure les membres les moins puissants des organisations et des institutions acceptent et s'attendent à ce que le pouvoir soit réparti de manière inégale entre leurs membres. Plus l'indice est élevé et plus il est admis que chacun a une place dans la hiérarchie et qu'il doit s'y conformer.

Cet indice est principalement utilisé dans les études psychologiques et sociologiques sur la gestion sociétale des inégalités entre les individus et les perceptions individuelles de cette gestion.

Les pays les mieux placés dans la répartition des pouvoirs de décision, dans la participation, sont l'Autriche, Israël, le Danemark, la Nouvelle-Zélande, la Suède. La France est en 42ème position sur 76 pays évalués en 2010.

▶ Clarivate Analytics Index

Clarivate Analytics, ex département de propriété intellectuelle de Thomson Reuters, classe chaque année les 100 entreprises les plus innovantes dans le monde. Le nombre de brevets déposés occupe une place centrale dans

123 Gerard Hendrik Hofstede est un psychologue social néerlandais, ancien dirigeant d'IBM et professeur émérite d'anthropologie organisationnelle et de gestion internationale à l'université de Maastricht aux Pays-Bas, connu pour ses recherches pionnières sur les groupes interculturels et les organisations.

cet *index*. Dix entreprises ou institutions françaises figurent dans la liste 2016, toutes ont par ailleurs déjà été nommées dans au moins une édition précédente : Alstom, Arkema, CEA, CNRS, IFP Energies nouvelles, Safran, Saint-Gobain, Thales, Total, Valeo.

La France, avec ce mode d'évaluation, se trouve en 3ème position derrière les États-Unis et le Japon, devant l'Allemagne et la Corée du Sud.

▶ OUR Data Index[124]

Cet index, haut du formulaire,part du postulat que les données gouvernementales ouvertes (OGD) peuvent constituer un puissant levier pour le développement social et économique et peuvent également être utilisées pour renforcer la gouvernance publique en améliorant la conception des services publics avec une approche axée sur les citoyens.

En assurant la disponibilité, l'accessibilité et la réutilisation de l'OGD par le public et le privé, les gouvernements peuvent stimuler l'innovation à l'intérieur et à l'extérieur du secteur public et responsabiliser les citoyens pour prendre des décisions personnelles. L'Indice *OUR Data* de l'OCDE est l'un des outils (avec les examens des politiques et les travaux d'analyse nationaux de l'OGD) développés par l'OCDE pour soutenir les pays membres dans leurs efforts pour promouvoir OGD. Il vise à résumer certaines des forces et faiblesses relatives des pays sur un ensemble sélectionné d'indicateurs et à identifier les domaines potentiels d'actions. Il mesure le niveau de mise en œuvre des principes de l'IODC au niveau central ou fédéral.

La France occupe une excellente 2ème place parmi les pays de l'OCDE, derrière la Corée du Sud. 30 pays ont été classés.

Sources : d'après les sites internet des organismes proposant les index *ou les classements.*

124 OUR : *Open Usefull Re-usable*

Liste des abréviations et sigles utilisés

AIF	Alliance industrie du futur
CGÉIET	Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies
CGÉ	Conseil général de l'économie (ex CGÉIET)
CÉP	Conseil en évolution professionnelle
CÉREQ	Centre d'études et de recherches sur les qualifications
CGÉT	Commissariat général à l'égalité des territoires
CNCP	Commission nationale des certifications professionnelles
CNEFOP	Conseil national de l'emploi, de la formation, de l'orientation professionnelle
CPA	Compte personnel d'activité
CPC	Commission professionnelle consultative
CPF	Compte personnel de formation
CPNEF	Commission paritaire nationale de l'emploi et de la formation professionnelle
CQP	Certificat de qualification professionnelle
CSP	Catégorie socio-professionnelle
DARES	Direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques (ministère du Travail)
DGEFP	Délégation générale à l'emploi et à la formation professionnelle
ÉSPÉ	École supérieure du professorat et de l'éducation
FCIL	Formation complémentaire d'initiative locale
GPEC	Gestion prévisionnelle des emplois et des compétences

GRÉTA	Groupement d'établissements (publics locaux d'enseignement)
GTEC	Gestion territoriale des emplois et des compétences
HIKS	High Intensity Knowledge Services
IA	Intelligence artificielle
IGAÉNR	Inspection générale de l'administration de l'éducation nationale et de la recherche
IGAS	Inspection générale des affaires sociales
IGÉN	Inspection générale de l'éducation nationale
MOOC	Massive open online course
ONISEP	Office national d'information sur les enseignements et les professions
PIAAC	Programme for International Assessment of Adult Competencies
PISA	Programme for International Students Assessment
RNCP	Registre national des certifications professionnelles
SPRO	Service public régional de l'orientation
TRL	Technology Readiness Level
VAE	Validation des acquis de l'expérience
VPPEC	Vision prospective partagée des emplois et des compétences

Publications de l'Académie

Avertissement

Les travaux de l'Académie des technologies sont l'objet de publications réparties en quatre collections[1] :

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

1 - 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, dans la rubrique « Publications ». De plus, l'Académie dispose encore pour certaines d'entre elles d'exemplaires imprimés.

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. 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

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 croissante 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

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 (vesion 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 : dessolutions pour l'atténuation et l'adaptation — Avril 2016
26. L'enseignement professionnel — mai2016
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 (addentum) — 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

COMMUNICATIONS À L'ACADÉMIE

1. *Prospective sur l'énergie au xxie siècle, synthèse de la Commission énergie et environnement – avril 2004, MàJ 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_2 – mars 2005
   - Les filières nucléaires aujourd'hui et demain – mars 2005
   - Énergie hydraulique et énergie éolienne – novembre 2005
   - La séquestration du CO_2 – 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)
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

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 XXIe 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 Faurre 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

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 ave 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