



IESF

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE

Relever les défis d'une économie
prospère et responsable

LES INGÉNIEURS ET LES SCIENTIFIQUES S'ENGAGENT

www.iesf.fr





Préface

par Louis GALLOIS

Président du Conseil de Surveillance du Groupe PSA

A une époque où la part de l'industrie dans notre PIB a chuté pour se situer à environ 12%, où le progrès technologique semble plus susciter des craintes que des espoirs et où les vocations pour la science et l'industrie restent faibles chez les filles et en baisse chez les garçons, je juge essentiel que la **Société des ingénieurs et Scientifiques de France (IESF)** ait mobilisé sa communauté d'un million d'individus pour proposer des pistes d'action à la fois ambitieuses et raisonnables et s'engager pour leur aboutissement.

Le document de présentation de ces propositions intitulées « **Relever les défis d'une économie prospère et responsable, les ingénieurs et les scientifiques s'engagent** » détaille une quinzaine de propositions dans quatre domaines : l'éducation, clé du succès, les questions de société, la compétitivité et la formation des ingénieurs et des scientifiques aux nouveaux enjeux. L'analyse et les propositions découlent d'une approche raisonnée des problématiques étudiées, basée notamment sur les importantes données recueillies auprès des ingénieurs au cours des enquêtes annuelles.

L'expérience que j'ai accumulé dans l'industrie au contact de très nombreux ingénieurs et scientifiques m'a tout particulièrement sensibilisé aux enjeux abordés dans les travaux d'IESF. Plus particulièrement j'en retiendrais quatre.

Tout d'abord, et c'est une condition essentielle pour notre développement industriel, l'importance de susciter des vocations chez les garçons et les filles, et ce dans toutes les disciplines de l'ingénierie.

Ensuite, la capacité de nos entreprises à savoir attirer et garder des docteurs dans une approche gagnant-gagnant.

En troisième lieu, l'importance d'exporter notre savoir-faire éducatif en ingénierie en même temps que notre industrie investit, notamment dans les pays émergents.

Enfin, s'agissant du principe de précaution, pour lequel j'ai déjà publiquement exprimé de fortes réserves, je note avec intérêt et espoir la proposition d'IESF en faveur d'une approche organisée de la gestion des risques comme les entreprises la pratiquent depuis longtemps déjà.

Au-delà de ces quelques remarques personnelles, je forme des vœux pour que ces propositions soient prises en considération et surtout mises en œuvre. Je note, et je m'en réjouis, que les ingénieurs et scientifiques de France s'engagent dans leur application ; c'est avec conviction que je leur apporte mon soutien.





Sommaire

Introduction	7
A. L'éducation, le progrès (Gerald Majou)	
A.1. L'Ecole d'ingénieur du XXIème siècle, une entreprise socialement responsable ? (Maxime de Simone)	11
A.2 Attractivité des jeunes vers les métiers techniques et scientifiques (Gérard Laruelle).....	21
B. Les questions de société	
B.1. Le principe de précaution (Philippe Deltombes)	35
B.2. Un engagement plus fort des ingénieurs et des scientifiques dans le débat public (François Lureau).....	61
B.3. Responsabilité éthique de l'ingénieur dans les systèmes complexes (Dominique Lamoureux)	93
C. La compétitivité hors coûts	
C.1. Développer le jeu collectif entre les entreprises (Jacques Lefèvre)	113
C.2. Notoriété internationale : transformer les établissements de formation en multinationales, vecteur d'influence de l'industrie France (Jordi Saniger-Pare).....	121
C.3. Développement de l'Industrie du Futur (Yves Ignazi)	123
C.4. Des ingénieurs, des scientifiques, un atout maître pour développer les PME et les ETI (Jean Cantoni).....	155
D. La formation des ingénieurs et des scientifiques aux nouveaux enjeux	
D.1. Les experts (Gérard Laruelle)	171
D.2. Repenser la formation des ingénieurs pour répondre au défi de la complexité (Maxime de Simone)	185
ANNEXE 1 Cercle Iéna pour les formations scientifiques d'excellence (proposition A3)	199
ANNEXE 2 La fin du salariat ? Un point de vue (Claude Maury)	207

Les chapitres peuvent être consultés indépendamment les uns des autres.

Les propositions A1 à D5 citées dans l'introduction sont les recommandations prioritaires pour la plupart extraites des chapitres correspondants.





Introduction

Notre pays, au sein de l'Europe, vit une profonde transformation qui présente le paradoxe de mélanger les progrès considérables apportés par les technologies dont les opportunités offertes par le numérique facilitant et valorisant le travail collectif, des défis environnementaux majeurs, une crise qui impose à tous les acteurs publics et privés de gros efforts d'économies et de productivité, et enfin une aspiration de nos concitoyens à une qualité de vie à réinventer.

Nous, les ingénieurs et scientifiques, au nombre de plus d'un million ¹, impliqués dans tous les secteurs de l'économie, agissant en contact direct avec la technologie sur le terrain, travaillant en équipes pluridisciplinaires et le plus souvent internationales, vivons cette dialectique au quotidien dans notre vie professionnelle mais également dans notre vie de citoyen.

La République nous a permis grâce aux cursus de l'université et des écoles ², aux voies de l'apprentissage, et celles de la valorisation des acquis de l'expérience, de pratiquer des métiers enthousiasmants et gratifiants. Le sens des responsabilités, la fierté d'apporter des solutions ambitieuses, la volonté de donner du sens à l'action nous dictent de sortir du confort de la certitude technique ou supposée telle.

Ce livre blanc que nous avons écrit propose des pistes d'action, et pas seulement de réflexion, accompagnées d'un engagement professionnel et citoyen plus profond, une façon de nous montrer reconnaissants pour ce que nous avons reçu.

Notre approche : partir du vécu de terrain aux plans humain, technique, environnemental. Dans le droit fil d'une approche d'ingénierie, proposer des solutions à court, moyen et long terme, aux effets mesurables en identifiant précisément les bénéfices attendus tout en prenant en compte les difficultés pressenties. Ces propositions trouveront leur pleine efficacité avec de la visibilité et de la stabilité au moins sur le moyen terme.

Le résultat de nos travaux se traduit par une cinquantaine de propositions dont 15 considérées comme prioritaires, détaillées dans treize chapitres. Ces propositions peuvent se regrouper en quatre grands thèmes : **l'éducation comme clé du progrès, les questions de société (approche du risque, éthique, engagement politique), la compétitivité par l'approche collective, et plus spécifiquement la formation des ingénieurs et scientifiques aux nouveaux enjeux techniques et sociétaux.**

Nos propositions sont le résultat d'une mobilisation forte avec plus d'une centaine de personnes travaillant dans 12 groupes et quelques milliers sur les réseaux sociaux et notre site.

Notre objectif ? Donner du sens au progrès technologique, contribuer au développement de l'industrie et des services français, montrer que les ingénieurs et scientifiques s'engagent, susciter des vocations d'ingénieurs dans la diversité de notre société. Apporter à notre pays des solutions pour un développement sociétal durable.

¹ Pour une population de 765 000 ingénieurs en activité, 6% sont dans l'administration, l'enseignement et la recherche, 40% dans l'industrie, 30% dans les entreprises de services. Source Enquête IESF 2016

² 25% en apprentissage et formation continue, moins de 50% par les classes préparatoires



A L'éducation, clé du progrès

Proposition A1 : Développer la créativité en agissant sur le système scolaire

Description : Déployer à l'échelle d'une ou plusieurs régions l'utilisation des méthodes Montessori / Freinet sur un mode expérimental pour des établissements pilotes.

Bénéfice attendu : Une valorisation des profils originaux souvent promis au décrochage scolaire.

Un encouragement aux attitudes créatives et à une limitation du conformisme.

Proposition A2 : Susciter des vocations industrielles

Description : rapprocher et pérenniser des programmes comme PMIS (IESF), TEKNIK (Fondation FACE), PASSEPORT INGENIEUR, ECOLE NUMERIQUE et INDUSTRIE, "Osons l'industrie du futur" ces dernières soutenues par le Commissariat général aux Investissements d'avenir.

Bénéfice attendu : susciter des vocations industrielles chez les filles et les garçons des collèges et lycées, objectif de 35% de filles dans les filières hors chimie et bio.

Proposition A3 : Restaurer une filière scientifique au lycée

Description : créer pour une classe S sur 3 une filière scientifique renforcée avec interdisciplinarité.

Bénéfice attendu : un potentiel de 60 000 élèves de haut niveau scientifique par an dont 20-30% susceptibles d'aller vers un doctorat.

B Les questions de société

Proposition B1 : Pour une application rigoureuse du principe de précaution

Description : Mettre en place la CNDA (Commission Nationale de Déontologie et des alertes en matière de santé publique et d'environnement) et application aux hydrocarbures.

Bénéfice attendu : Une prise de décision rapide et responsable sur les opportunités technologiques : 1md€ par an de nouvelles activités à moyen terme ?

Proposition B2 : Accroître sensiblement le nombre d'élus de formation technique

Description : inciter et aider les ingénieurs et scientifiques à être candidats aux élections municipales en organisant un coaching voire une formation spécifique.

Bénéfice attendu : Diversifier les compétences des collectivités locales, enrichir celles des élus, créer un vivier d'élus nationaux. Doubler le nombre d'élus territoriaux à 5 ans.

Proposition B3 : Organiser une structure référentielle sur les sujets d'éthique

Description : Mise en place d'un « Haut Conseil d'Ethique » pour aider les ingénieurs et les entreprises dans leurs questionnements.

Bénéfice attendu : une aide à la décision notamment pour les PME-ETI et un référentiel à construire.



C La compétitivité

Proposition C1 : Construire un écosystème de confiance dans nos territoires

Description : L'objectif est de construire des filières d'excellence plus solidaires, innovantes et compétitives en étendant à 5 bassins d'emploi, centrées sur des filières clefs pour l'Industrie France.

Bénéfice attendu : 50 000 emplois sur une période d'au moins 5 ans.

Proposition C2 : Transformer les établissements de formation en multinationales

Description : développer les partenariats et alliances internationales autour de filières industrielles jusqu'à des co-implantations avec des groupes industriels.

Bénéfice attendu : renforcer l'attractivité et la compétitivité des établissements au plan international, développer une meilleure compréhension des environnements internationaux.

Proposition C3 : Stimuler la dynamique de l'Industrie du Futur

Description : Simplifier le cadre national des standards et de la réglementation et s'assurer de leur bonne compréhension par les PME. Interdire le rajout de contraintes supplémentaires nationales lors de la transposition des normes européennes.

Bénéfice attendu : Renforcer le rôle des entreprises dans les projets de normalisation et de standardisation au plus haut niveau de compétences stratégiques.

Proposition C4 : Dynamiser le développement des PME et ETI

Description : Limiter les contraintes administratives pesant sur les PME.

Bénéfice attendu : 400 000 créations d'emplois par le doublement des effectifs des PME sur 10 ans.

D La formation des ingénieurs et scientifiques aux nouveaux enjeux

Proposition D1 : Attirer les docteurs en entreprise

Description : Stimuler la demande de thèses en contrat CIFRE pour en doubler le nombre d'ici 5 ans. Proposer au sein des entreprises accueillant des doctorants des parcours spécifiques de carrière.

Bénéfice attendu : Au plan de l'entreprise : développement de nouveaux produits, croissance.

Au niveau des docteurs : satisfaction professionnelle, meilleure efficacité, reconnaissance de leur valeur.

Proposition D2 : Développer la reconnaissance des experts ingénieurs et docteurs en entreprise

Description : Inciter les grands groupes à poursuivre le rééquilibrage des filières experts par rapport aux filières managers en proposant des carrières complètes et des passerelles pour ceux qui le souhaiteraient.

Bénéfice attendu : Développer le potentiel d'innovation en entreprise, inciter les jeunes à se tourner vers des carrières techniques.



Proposition D3 : Encourager le statut d'indépendant, créer une plateforme d'offre de services

Description : Créer une plateforme d'offre de services en mode 2.0 en associant DRH, cabinets de recrutement et IESF.

Bénéfices attendus : une alternative au salariat et une meilleure utilisation des compétences, 30 000 emplois nouveaux d'indépendants (doublement).

Proposition D4 : Repenser la formation pour répondre au défi de la complexité

Description : Préparer à l'univers numérique, non seulement par la maîtrise des technologies, mais par un développement très solide du discernement dans l'usage et ses évolutions, et la conception des données et des algorithmes.

Bénéfices attendus : Maîtriser au meilleur niveau mondial l'approche de la complexité, notamment dans les grands systèmes. Continuer à faire évoluer le modèle français de formation des ingénieurs et des scientifiques pour maintenir son niveau d'excellence dans la compétition internationale.

Proposition D5 : Construire une offre d'accompagnement de l'ingénieur tout au long de la vie

Description : Inciter les écoles d'ingénieurs à développer une offre de formation continue « blended », e-learning, MOOCs avec l'objectif que ces offres représentent au moins 30% des formations pour les ingénieurs, accompagner des revues de projet professionnel.

Bénéfices attendus : Rester à la pointe des avancées scientifiques et technologiques, renforcement des compétences collaboratives, capitalisation des compétences et savoir-faire via le portefeuille de compétences et un système de crédits standardisés.

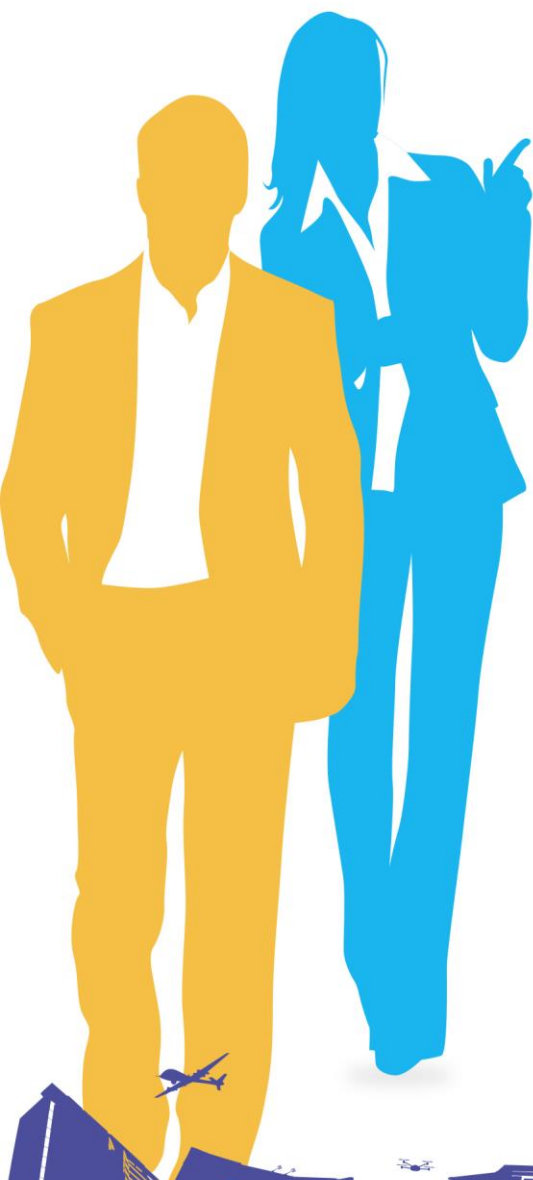
La Société des Ingénieurs et Scientifiques de France remercie vivement tous les contributeurs au Livre Blanc et plus particulièrement les organismes et les institutions suivantes dont les représentants ont apporté des contributions à titre personnel :

- La conférence des grandes écoles (CGE), la commission des titres de l'ingénieur (CTI), le Bureau National des Elèves Ingénieurs (BNEI), la Conférence des Directeurs des Ecoles Françaises d'Ingénieurs (CDEFI), le MEDEF, l'Université Paris-Sud,
- Les associations d'anciens élèves de Centrale de Paris, des Arts et Métiers, de Ponts Alliance, de l'ISAE Exécutive Club,
- Les sociétés Renault, PSA, Safran et Thales.

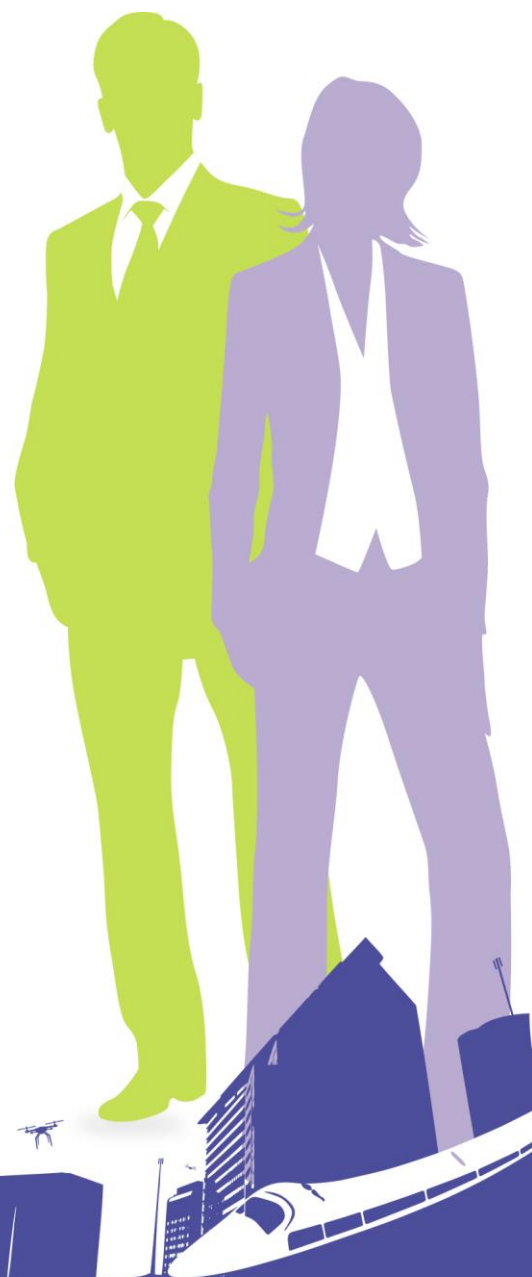
François Lureau
Président d'IESF



L'Ecole d'ingénieur du XXI^{ème} siècle, une entreprise socialement responsable ?



IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE



L'Ecole d'ingénieur du XXI^{ème} siècle, une entreprise socialement responsable ?

A l'instar de toutes les organisations, une école d'ingénieur a une responsabilité sociale (ou sociétale) qu'elle doit exercer pour répondre aux enjeux du XXI^{ème} siècle. En tant qu'établissement d'enseignement supérieur et de recherche, son influence économique et organisationnelle sur la société est unique dans le monde des organisations.

Chaque année, elle forme plusieurs dizaines de milliers de jeunes ingénieurs, dépose plusieurs centaines de brevets et incube tout autant de jeunes start-ups, activités qui impacteront la société.

Il est donc important de définir, à partir des enjeux que l'on peut identifier comment y répondre au mieux. Une analyse conduite auprès des parties prenantes des écoles a permis d'élaborer quelques propositions.

1 Des écoles acteurs de la chaîne éducative

Une école d'ingénieur doit former des ingénieurs innovants, acteurs du changement, autonomes et responsables. La réussite de cette mission s'évalue au regard des responsabilités professionnelles de leurs diplômés et de la façon dont ils les exerceront.

Définir la façon de sensibiliser et former les élèves ingénieur à ces responsabilités suppose de prendre en compte la chaîne éducative amont et le niveau de maturité des étudiants. Les écoles d'ingénieur sont tributaires du système scolaire car certaines compétences essentielles (notamment psychosociales) se dessinent (ou s'estompent) en amont. Tel est le cas de la créativité qui doit être stimulée en amont pour permettre l'innovation, élément essentiel de la formation d'ingénieur.

Il convient donc d'agir sur le système scolaire, sur son ouverture, sa capacité à intégrer des profils différents, développer les compétences psychosociales, et notamment la créativité.

Proposition N°1 : Développer une approche programme, du cours préparatoire à la classe préparatoire, pour l'acquisition et l'évaluation progressive et différenciée des compétences psychosociales, en insistant sur la créativité : création d'un portfolio des compétences individuelles et collectives.

Il s'agit de mettre en place, dès le cours préparatoire, un portfolio de compétences individuelles et collectives qui suivra l'élève jusqu'au bac et durant la période de pré-orientation vers les études supérieures. L'évaluation pourra être faite en continu en tenant compte d'objectifs d'acquisition alignés sur la fin de la 3^{ème}, sur le baccalauréat et sur la fin de la classe préparatoire, de l'IUT ou du BTS. La mise en place de ce portfolio doit se faire en parallèle d'un déploiement national de pédagogies testées et éprouvées depuis de nombreuses années (Freinet, Montessori, ESPI) et dont on sait qu'elles sont propices à l'acquisition des compétences psychosociales. Ces formes pédagogiques supposent aussi d'accompagner les enseignants via des formations appropriées (par les pairs ou au sein des ESPE) et de créer des environnements éducatifs plus riches et adaptés à la diversité des formes d'intelligence.



Dans une perspective d'insertion réussie des jeunes dans la vie professionnelle, la charnière constituée par la période Bac-3/Bac+3 est fondamentale et constitue un socle sur lequel le jeune pourra se construire. Elle constitue ainsi une des finalités de cette approche programme et pourra s'appuyer notamment sur une ou plusieurs déclinaisons spécifiques du [guide de compétences transversales](#)¹.

Objectifs fixés : Evaluation des compétences en continu jusqu'au niveau du bac (25 % de l'évaluation au bac) et prolongée pendant la durée des formations Bac+2 (intégration partielle aux évaluations des concours et des examens à hauteur de 25 % de la note) d'ici 2030.

Comment et par qui faire adopter l'idée : Identifier des régions volontaires pour expérimenter, financer et déployer sur une large échelle l'utilisation des méthodes Montessori/Freinet, à l'image des expérimentations faites dans les ESPI ([Etablissements Scolaires Publiques Innovants](#)) dans le primaire et le secondaire. Evaluer le résultat :

- Créer des classes préparatoires pilotes dans la continuité des ESPI et mettre en place les passerelles d'admission dans des écoles d'ingénieur. S'appuyer sur des fondations du type de « la main à la pâte », Enactus ; généraliser l'engagement citoyen des élèves ingénieur,
- Associer les entreprises de la région considérée pour informer et accompagner les élèves vers la découverte des métiers,
- Développer les Campus des métiers du CAP à l'ingénieur,
- Donner plus de temps à l'enseignement des pédagogies actives dans les ESPE. Donner du temps aux enseignant-e-s pour s'investir dans la création d'un référentiel spécifique et le partage de ressources pédagogiques adéquates.

Bénéfices de l'idée :

- Meilleure intégration des jeunes dans la société
- Diminution du décrochage scolaire
- Plus de créativité (et moins de conformisme)
- Plus de prise de responsabilités

Coûts :

- Création de programmes spécifiques dans les régions volontaires
- Augmentation significative de l'encadrement dans les petites classes particulièrement
- Charge supplémentaire en temps pour les enseignant-e-s, due aux méthodes pédagogiques (formation des enseignant-e-s, résistance aux changements et diffusion auprès des élèves)
- Création des outils pédagogiques et d'un environnement adéquats (salles boîte à jeux/projets)
- Accompagnement financier des étudiants de l'enseignement supérieur volontaire pour un engagement citoyen

Mesure de compensation ou amortissement des impacts négatifs de l'idée :

- Accompagnement au changement des enseignants et valorisation des activités de pédagogie actives (bonus sur les salaires)

¹ Guide élaboré par les écoles, les universités, les étudiants et des partenaires socio-économiques pour intégrer les compétences nécessaires à la responsabilité sociétale dans les cursus de toutes les formations du supérieur



2 Former des ingénieurs citoyens de demain

La multi culturalité et la diversité au sein des écoles sont essentielles à travers l'ouverture que cela nécessite de la part des étudiants. Ce sont, comme la multidisciplinarité à travers l'association avec des écoles formant à des domaines différents (Arts, architecture, marketing, finances, communication ...), des facteurs d'amélioration du potentiel d'innovation de la société dans son ensemble. Vis-à-vis des techniques et des innovations, il appartient aux écoles de les mettre en regard de leurs éventuelles conséquences sociales et environnementales et ainsi de « responsabiliser » les contenus de ses formations et de ses recherches. L'Ingénieur est, dans l'entreprise et dans la société, un acteur important et actif. La pédagogie de l'action doit ainsi être au cœur des cursus de formation et préparer les étudiants à prendre en compte la dimension sociétale dès leurs stages sur le terrain (80 000 jeunes ingénieurs de 4ème et 5ème année en stage chaque année). Une école d'ingénieur participe ainsi de la transformation systémique, collective, responsable/éthique et souhaitable pour faire face aux enjeux sociétaux (cf. les 5 compétences transversales du guide de compétences). Les ingénieurs sont au cœur de ces problématiques dans leur vie professionnelle par leur expertise, leur place au sein de l'entreprise et les sujets scientifiques ou techniques qu'ils ont à traiter. Il est donc fondamental que les écoles d'ingénieur intègrent ces dimensions de responsabilité sociale et d'entrepreneuriat responsable dans leurs formations pour travailler sur l'ouverture d'esprit des étudiants, leur esprit critique et développer ainsi le savoir agir.

Proposition N°2 : Généraliser la Responsabilité Sociétale dans les enseignements via l'apprentissage par l'action. Adapter, pour les formations d'ingénieur, le guide de compétences transversales DD&RS ².

Il ne s'agit pas de transformer les élèves ingénieur en spécialistes de la RSE, mais plutôt de réconcilier les enjeux techniques et les enjeux de responsabilité sociale et d'amener les étudiants à imaginer et à concevoir des solutions techniques acceptables par les sociétés humaines et leurs environnements. Il ne s'agit pas non plus de rajouter des heures de cours de RSE aux cours existants mais d'induire, par une pédagogie de l'action adossée à la recherche, des compétences centrées sur des enjeux sociétaux. Il s'agit de travailler collectivement à une déclinaison du référentiel de compétences transversales DD&RS pour l'ingénierie et de partager les nombreuses initiatives pédagogiques actives existantes sur une plate-forme pédagogique (www.compétences-ddrs.org) afin que chaque enseignant-chercheur puisse construire son cours en interaction avec les autres enseignants de son école (ou au-delà).

Objectifs fixés : 100 % des écoles d'ingénieur ont adopté une approche compétences permettant l'intégration de la responsabilité sociétale en 2025.

Comment et par qui faire adopter l'idée :

- Créer une communauté « ingénierie » sur la plate-forme pédagogique (www.compétences-ddrs.org).
- Créer et mettre à disposition des établissements qui souhaitent se lancer dans des actions de court terme une Boîte à Outils RSE qui recense les différentes actions qui peuvent être menées facilement pour sensibiliser les étudiants à la responsabilité sociale (objectifs : développer la créativité, l'analyse critique, l'acquisition de connaissances et une sensibilité accrue sur ces sujets). Les actions pédagogiques de la boîte à outils RSE pourront être mises en ligne sur la plate-forme pédagogique du guide de compétences transversales DD&RS.

² Développement durable et Responsabilité sociale



- Travailler sur des projets proposés par des entreprises partenaires (PME, ETI en priorité), faire émerger et proposer des solutions de prise en compte des enjeux de RSE. Poursuivre si possible le développement des dits projets au cours de stages (PFE).
- Systématiser une partie RSE ou impact sociétal dans tous les rapports de stage des élèves ingénieurs.
- Faire travailler les étudiants de disciplines diverses en réseau sur des projets prenant en compte les aspects DD&RS, sur des résolutions de défis autour de la raréfaction des ressources, de l'éthique, de la digitalisation de la société sous des formats innovants et interactifs (ex : Boot Camp, workshops créatifs ...).
- Favoriser la prise d'initiative et l'entrepreneuriat responsable des élèves ingénieur-e-s ou l'entrepreneuriat au service des ODD (Objectifs de Développement Durable 2030 de l'ONU).
- Valoriser au sein du cursus académique l'engagement associatif sur ces thématiques et accompagner les étudiant-e-s à identifier les compétences développées à travers ces expériences.

Bénéfices de l'idée :

- Sensibilisation de tous les étudiants aux enjeux de la RSE et apprentissage par l'action sur des cas concrets sans rajouter des « heures aux heures » de cours
- Redynamiser l'intérêt des jeunes pour les études scientifiques
- Continuité du portfolio de compétences initié dans le scolaire (cf. proposition précédente)
- Des solutions et un regard neuf et externe apportés à l'entreprise sur une problématique RSE réelle
- Constitution d'un recueil de cas pédagogiques, utilisables pour la suite au sein de l'établissement
- Liens renforcés entre l'école et le tissu d'entreprises locales autour des enjeux de responsabilité sociale.

Coûts :

- Généralisation de la pédagogie par projets, formation des enseignants due aux méthodes pédagogiques et aux enjeux de la RSE.
- Investissement des enseignants dans la création d'un référentiel spécifique et partager des ressources pédagogiques adéquates (cf. référentiel de compétences transversales CGE/CPU).
- Temps de mobilisation d'un écosystème d'entreprises locales qui ont un intérêt à accueillir un élève ingénieur sur cette problématique et prennent en charge ce coût supplémentaire.

Mesure de compensation ou amortissement des impacts négatifs de l'idée :

- Valorisation des initiatives des enseignant-e-s par la création de prix (à l'image du prix PEPS pour les innovations pédagogiques) ?
- Les entreprises qui investissent du temps auprès des écoles d'ingénieur en en gagneront nécessairement par la suite lorsqu'elles embaucheront des ingénieurs déjà largement formés aux problématiques RSE.
- Valoriser davantage les parcours d'enseignant- chercheur faisant preuve d'une volonté de diversifier leur approche pédagogique.



3 L'école d'ingénieur : une entreprise au service de la RSE et de son territoire

L'école d'ingénieur est une entité qui partage de nombreux enjeux avec les entreprises dont elle est la partenaire. Elle doit, comme elles, innover en permanence pour améliorer sa notoriété, son accès aux ressources financières et s'adapter aux évolutions de son marché. Les marges d'amélioration de sa compétitivité résident plus aujourd'hui, tout comme pour les entreprises, dans l'amélioration de ses capitaux immatériels et leurs valorisations que dans les capitaux économiques plus classiques. Une entreprise aujourd'hui peut gagner entre 5 et 20 % de compétitivité si elle mène une politique de RSE intégrée à sa stratégie globale (cf. Rapport France Stratégie sur la compétitivité et la RSE). Par ailleurs le niveau de financement public stagne voire régresse d'année en année, ce qui oblige les écoles à diversifier leurs ressources et l'Etat ou l'Europe à trouver des critères de plus en plus exigeants pour allouer leurs fonds (vers une éco-conditionnalité des financements : CPER, fonds Horizon 2020, CDC etc.). Enfin, les parties prenantes de l'école (internes et externes) ont des attentes de plus en plus fortes et variées. Choisir une école pour une étudiante ou un enseignant par exemple peut aussi se faire à l'aune des valeurs sociétales et de son engagement concret et exemplaire dans une démarche de RSE. Tous les niveaux territoriaux (régional, national, international) sont concernés par ces évolutions et l'école doit y apporter des réponses proportionnées selon sa stratégie de recrutement, d'insertion et de recherche. Au niveau national, la contractualisation avec l'Etat est liée à une habilitation par la CTI de plus en plus exigeante sur les critères sociétaux. Au niveau local, la montée en puissance des Régions, des Métropoles et la nécessaire (re)dynamisation du tissu économique de PME donnent l'opportunité aux écoles d'être les animatrices du dialogue RSE du territoire. La démarche RSE de l'école n'est, dans un tel contexte, plus une option sympathique ou une stratégie à la marge mais l'opportunité d'un développement pérenne.

Proposition N°3 : Généraliser à toutes les écoles d'ingénieur la mise en place d'une stratégie de DD&RS intégrée à la stratégie de l'établissement et évaluer son impact sur les missions et le territoire 3 de l'école.

Il s'agit d'établir les liens entre les enjeux sociétaux, les valeurs et la capacité d'action de l'école pour les mettre au service du développement économique, social et environnemental de son territoire (principalement régional mais aussi national et international). Il s'agit d'une stratégie de développement, un processus d'amélioration continue, un accompagnement du changement qui touche la vie quotidienne de l'école, ses équipes, les services dans leur organisation du travail et les métiers impliqués, les missions d'enseignement et de recherche. Cette stratégie induit des modalités de gouvernance qui associent, au gré des projets voire dans les instances décisionnaires (CA), les parties prenantes internes comme externes. Les écoles ne partent pas d'une feuille blanche, les initiatives sont nombreuses, certaines sont très inspirantes et nouvelles - expérimentation d'une démarche compétence avec le guide de compétences transversales, organisation de la recherche par enjeux sociétaux et non par disciplines, mesure d'impact territorial comme le Campus footprint, ARTEM - d'autres sont déjà éprouvées: plus d'un tiers des écoles pilotent une démarche le référentiel DD&RS du plan Vert et 7 écoles ont obtenu le tout jeune label DD&RS en 2016 . Il s'agit maintenant de passer à l'échelle supérieure en systématisant, sur le territoire, la recherche-action, les projets étudiants en entreprise, les projets d'établissements et l'entrepreneuriat qui concourent à la vision (scénario prospectif), définie avec les parties prenantes, de l'école d'ingénieur-e-s du XXIème siècle.

³ Local/national/international



Objectifs fixés : 100 % des écoles d'ingénieur-e-s ont formalisé une démarche de responsabilité sociétale en 2025.

Comment et par qui faire adopter l'idée :

- Nommer dans toutes les écoles d'ingénieur un référent DD&RS en charge de piloter et d'évaluer la démarche DD&RS 4 de l'école ainsi que d'animer et d'évaluer les actions territoriales 5.
- Obtenir systématiquement le label DD&RS, encourager l'obtention de labels plus spécifiques (Diversité, Ingénieuses, « stéréotype buster », Effinergie ...) et démarches ISO (14001, 50001...)
- Adhérer à des réseaux et chartes (global compact ...)
- Mettre en évidence les enjeux sociétaux dans la recherche
- Développer les chaires d'animation territoriale "entreprises et territoire"
- Développer un fonds interne qui sanctuarise tout ou partie des économies réalisées par les actions de RS afin de les réinvestir dans des actions RS pilotées par le référent DD&RS.

Bénéfices de l'idée :

- Amélioration de la performance globale des écoles d'ingénieur-e-s (gain de 5 à 20 % de compétitivité)
- Recrutement international et national (enseignant-e-s et étudiant-e-s)
- Partenariat avec les entreprises et notamment les PME du territoire
- Acquisition des compétences liées au DD&RS (par l'exemplarité de l'école, la démarche compétence et l'organisation de la recherche par enjeux sociétaux)
- Capacité d'obtenir des financements externes à travers le succès à des appels à projets : Régions (CPER), Europe (horizon 2020), CDC (transition énergétique et écologique). Ou des partenariats avec les entreprises

Coûts :

- Personne dédiée, le/la chargé-e de mission DD&RS, de 30 % à 100 % de son temps selon la taille de l'école (référent).
- Surcoût de 5 à 10 % uniquement sur les projets patrimoniaux (sur les autres ce sont des coûts d'organisation : accompagnement du changement).
- Mesure de compensation ou amortissement des impacts négatifs de l'idée.
- Ressources accrues grâce à l'amélioration de la performance de l'école. Cette proposition se compense elle-même.

⁴ Référentiel DD&RS et label DD&RS

⁵ Campus footprint, BCIS, etc.



Références bibliographique et outils (non exhaustif)

- Le Plan National de la Vie Etudiante dont les dimensions sociales et la valorisation des compétences sont centrales.
- Le rapport « Responsabilité sociale des entreprises et compétitivité » de France Stratégie : écart de 13 % de performance économique en moyenne entre les entreprises qui ont une politique RSE et les autres.
- L'étude BCG/CGE/IPSOS à sortir (embargo) sur les jeunes diplômés et alumni et l'économie sociale et solidaire : les valeurs, l'intérêt général et celui du poste, le bien-être au travail avant les aspects matériels (salaire ...). Pour les secteurs de prédilection : l'environnement, l'éducation...
- Enquête qualitative (Sofres) sur la perception des grandes écoles par les jeunes (17-20) et leur famille (échantillon représentatif) : 2 écoles d'ingénieur et 2 écoles de management sont citées en tout et pour tout (sur plus de 200) ...
- Enquête Conditions de vie des étudiants 2013 réalisée par l'Observatoire de la vie étudiante.
- Un article sur le Capital culturel (et le capital social) pour alimenter la réflexion sur les critiques récurrentes portant sur la reproduction des élites, comprendre les liens entre économie, environnement et social...
- Enquête du GT 13 sur « L'Ecole d'ingénieur du XXIème siècle, une entreprise socialement responsable ? »
- Les propositions de la FESPI (Fédération des Etablissements Scolaires Publics Innovants)
- Méthodes pédagogiques Freinet, Montessori et propositions de Ken Robinson
- Outils macro et institutionnels existants :
 - a) Evaluation et valorisation de la responsabilité sociale/sociétale : référentiel DD&RS et label DD&RS,
 - b) Approche compétences : référentiel compétences DD&RS (CGE, CPU, MEDEF, CTI, REFEDD, APEC, MESR, MEEM)
 - c) Pépite
 - d) Cordées de la réussite, guide handicap, charte Cpas1Option ...
 - e) Charte pour l'égalité des chances dans l'accès aux formations d'excellence (interministérielle + CGE + CDEFI).
 - f) Charte pour l'égalité entre femmes et hommes dans les établissements d'enseignement supérieur et de recherche (MENESR + ministère des Droits des femmes + CGE + CPU + CDEFI)
 - g) Autres ...
- Initiatives associatives
 - a) Entrepreneuriat social (cf. enactus) - <http://enactus.fr/>
 - b) Empreinte territoriale (campus footprint, BCIS/ENCIS, impact factor (em Strasbourg))
 - c) Engagement sociétal (cf. makesense) - <https://www.makesense.org/fr/challenges/1018> ou passeport avenir (dont dispositif Passeport Ingénieur)
- Initiatives écoles d'ingénieurs issues de l'enquête en ligne ou des membres du GT.



Ont collaboré à la rédaction de ces propositions

Gérald Majou de La Débutrie
Chargé de mission DD&RS, vie étudiante,
insertion professionnelle et animation
des conférences régionales à la CGE
Animateur du groupe de travail



Charlotte Anderson
Responsable pôle développement durable
BNEI



Dominique Douillet
Déléguée générale
Alliance Ponts



Bernard de Franssu
Directeur du développement durable
UnilaSalle



Charlotte Giuria
Chargée de mission formation et société
CDEFI



Sandrine Javelaud
Directrice de mission formation initiale
MEDEF



Laurent Mahieu
Président
CTI



Carole Plossu
Directrice du 1er cycle
INSA Lyon



Gilles Robin
Directeur adjoint
ENPC



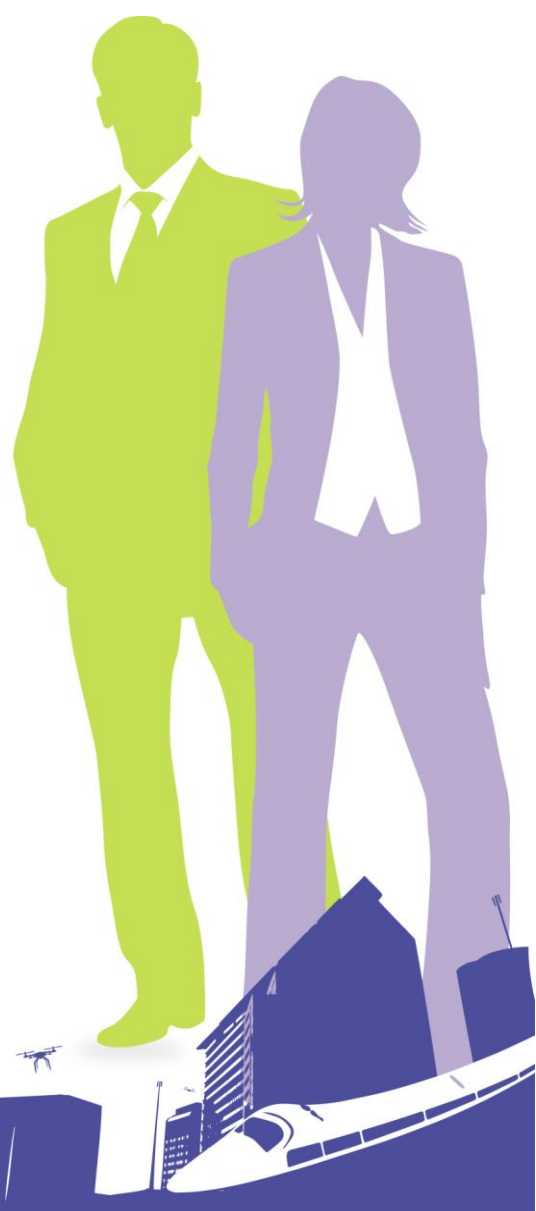
Céline Sannié
Responsable du programme national
ENACTUS



Attractivité des jeunes vers les métiers techniques et scientifiques



IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE



Attractivité des jeunes vers les métiers techniques et scientifiques

1 Le constat

L'industrie française a perdu 36% de ses effectifs en 30 ans majoritairement dans l'industrie manufacturière. Cette évolution qui résulte notamment d'un recours croissant à l'externalisation d'une partie des activités industrielles vers le secteur des services, s'accompagne d'un discours très orienté présentant les « services » comme notre avenir. Enfin, pour les grands groupes industriels, une recherche systématique de productivité a également induit une réduction de la main d'œuvre et des actions de délocalisation, assez régulièrement déstabilisatrices vis à vis de nos PME qui assurent la majorité de l'activité technique.

Dans ce contexte économique préoccupant, beaucoup d'instances s'inquiètent du moindre intérêt des jeunes pour les sciences et techniques. Ainsi, la relation que les jeunes entretiennent avec les Sciences & Techniques a été beaucoup étudiée ces dernières années. Ces études ont montré l'influence de nombreux facteurs sur l'intérêt (ou le désintérêt) : genre, âges des élèves, niveau scolaire, méthodes d'enseignement, caractéristiques d'ordre personnel (sentiment de compétence), variables sociales et familiales Les interprétations développées font d'ailleurs l'objet de quelques controverses.

Du côté des entreprises industrielles, on met en cause :

- La présentation aux jeunes des formations professionnelles comme dernière solution vis-à-vis d'une progression scolaire insuffisante qui, quelle qu'en soit la raison, apparaît particulièrement néfaste
- La très faible communication sur les nouvelles conditions de travail dans les usines qui induit une vision exécrationnelle pouvant au pire rappeler Zola.

Et pourtant, de multiples filières industrielles ont de grands succès à l'exportation : aéronautique, naval, ferroviaire, nucléaire, télécommunications ... et les besoins en production sont énormes.

Toutes ces réalisations qui vont être opérationnelles pendant plusieurs décennies vont également induire une très forte activité de maintenance.

Le constat se résume ainsi en un déséquilibre récurrent entre les besoins en personnel qualifié de l'industrie pour innover, concevoir, produire, maintenir, recycler... et le vivier de compétences dans les domaines scientifiques et techniques.

2 Objectif : donner toute sa part au rêve dans l'orientation

La réussite familiale est essentiellement d'ordre privé, hors du présent sujet. Inversement, la réussite professionnelle va être fortement influencée par le contexte externe : la formation initiale, pour commencer, et ensuite, la satisfaction au travail.



Cet état positif nécessite au moins deux critères :

- L'adaptation du poste de travail à la nature de la personne (goûts, comportement, ...)
- L'existence d'emplois disponibles répondant à ses souhaits

Obtenir un tel résultat va donc être la mise en contact entre :

- Des secteurs professionnels avec des emplois
- Des jeunes intéressés et ayant les compétences adaptées, sans oublier le comportement

Pour cela, Il est donc essentiel de travailler avec les jeunes vers ces situations favorables ; c'est la mission de l'orientation.

L'orientation a pris aujourd'hui beaucoup de place, avec des acteurs toujours plus nombreux se demandant si leur action est pertinente, efficace et comment ils pourraient l'améliorer (organismes spécialisés, médias, parents, corps enseignant, associations...). Dans un monde complexe et incertain marqué par un déficit de représentations sur les métiers qui naissent et se développent, et sur l'évolution du contenu du travail, comment s'orienter, s'informer, informer ?

Une solution à encourager est de donner une plus juste part aux rêves, en écartant une rationalité trop facilement retenue comme seule ligne de conduite. La notion de rêve fait ici référence au rêve éveillé, en désignant un projet mobilisateur plus ou moins difficile à réaliser, qui cristallise nos désirs. Au fond la question clé est aujourd'hui de faire sens, c'est à dire sous une forme directe ou indirecte de donner une place à nos aspirations et à nos désirs.

a) **Laisser s'exprimer les rêves des enfants : un facteur fort de motivation**

Laisser place aux rêves et à leur expression chez l'enfant, pourquoi est-ce si important ?

- C'est d'abord un espace de liberté ; les rêves apprennent à se connaître et à identifier ses désirs et en parler.
- Les rêves fixent des objectifs, des directions, des engagements, ... alors qu'il est difficile d'être motivé et de fournir les efforts nécessaires quand on ne sait pas où on veut aller.
- Cette finalité peut déterminer le rêveur à remuer ciel et terre pour atteindre son objectif, malgré les obstacles.

Ainsi, encourager les rêves, dès le plus jeune âge, sans fermer les portes trop tôt, développe également l'espoir et l'optimisme : des attitudes qui se révèlent très bénéfiques et qui facilitent l'atteinte des objectifs.

Comme par définition, le rêve est généralement inaccessible, un des critères suivants peut en être à l'origine :

- Obtenir de la gloire, du prestige (footballeurs célèbres, ...)
- Aller au-delà de la vie quotidienne (astronautes, astrophysiciens, ...)
- Se surpasser (virtuoses, athlètes, ...)
- Tomber amoureux d'éléments de la nature, de l'histoire, ... (botanistes, archéologues, ...)
- Être intéressé par une technique, une science, ... (informatique, mécanique, ...) ou des produits (autos, avions, ...)
- ..., sans oublier, parfois : devenir riche.



Quelle que soit la raison, le jeune doit être informé de l'existence de ces possibles rêves ; quels seront les principaux contributeurs ?

- Les médias (TV, Internet, journaux, cinéma, ...)
- Les parents et, de façon générale, le cadre familial (par l'exemple, discussions, jouets, ...)
- Le corps enseignant (60% des fortes motivations viennent avant le Bac)
- Les associations (sportives, culturelles, professionnelles, ...).

b) **Accompagner l'évolution des rêves confrontés aux réalités**

Les démarches d'orientation encourageant exclusivement les rêves ont cependant montré leurs limites en se heurtant à certaines réalités :

- La difficulté pour le rêveur de savoir ce qu'il veut et de l'exprimer quand il connaît mal ce qui existe, ce qui le conduit à restreindre naturellement son horizon
- La crainte de son environnement (parents notamment) d'une perte de réalisme et de ne pas trouver d'emploi en suivant à l'excès ses désirs
- L'apparition inattendue d'un obstacle (contrainte médicale) lors de la poursuite de son objectif
- La poursuite de buts dont l'atteinte est difficilement réalisable même en faisant tous les efforts possibles (par exemple « aller sur la Lune ») ou simplement capacités intellectuelles face à des métiers demandant de longues études.

Ainsi, tenir compte de la réalité en étant attentifs aux difficultés qui pourraient conduire à brusque arrêt du rêve est donc une composante essentielle du travail d'orientation ; cela doit permettre ne pas conduire au découragement et à l'abandon.

De plus, certains rêves ne sont accessibles qu'à un très petit nombre :

- Ils sont techniquement fort difficiles (virtuose en musique, athlète de haut niveau, ...)
- Ils ont des perspectives d'emplois très réduites (astronautes, astrophysiciens, ...).

Dans cette deuxième hypothèse, très courante en pratique, il est essentiel d'utiliser ce rêve, qui est un moteur puissant, mais en le déviant sur des objectifs d'emplois autres, si possible voisins, et qui ne seront pas considérés comme un échec brutal. Ce rêve peut aussi se concrétiser par un hobby complémentaire à l'emploi et s'intégrer dans la vie familiale, culturelle, sportive, ...

Tout au long de leur scolarité, les élèves et les étudiants doivent être engagés (et accompagnés) dans une démarche active de découverte, à la fois de leur environnement et d'eux-mêmes. Cette approche éducative de l'orientation encourage et prépare à la prise en compte des éléments difficiles à concilier entre eux et vise à développer la capacité à ajuster ses ambitions à la gamme de ses possibilités.

Le rêve est une excellente graine porteuse de beaucoup d'espoirs ; il faut maintenant la placer dans un milieu favorable à son développement et lui assurer des soins réguliers pour garantir sa croissance dans la bonne direction voulue. L'obtention de l'emploi rêvé et la satisfaction du jeune seront les joies associées à l'éclosion de la fleur tant attendue.



Ce terrain favorable va se concrétiser par un positionnement du jeune dans le bon contexte :

- Documentation
- Jouets
- Animation,

Il est évident que parents et enseignants vont avoir un rôle fondamental à jouer pour accompagner les jeunes dans le développement d'une perception équilibrée de la réalité des études et des carrières scientifiques et techniques. Ils risquent cependant d'être dépourvus de moyens faute de compétences sur le thème précis retenu par le jeune. Il est donc essentiel que des relais apparaissent pour :

- Faire connaître les secteurs en développement et prévenir de ceux à faible activité
- Faire connaître tous les métiers possibles et leurs différentes facettes (activités, avantages, inconvénients, études, localisation, ...).

Les orienteurs scolaires sont bien peu formés face à cette multitude de données qui doivent être très régulièrement mises à jour, compte tenu de l'évolution du contexte extérieur : numérisation, robotisation, ...

c) **Comment faire rêver autour des études et carrières scientifiques et techniques ?**

La plupart des chercheurs qui travaillent sur la motivation admettent qu'elle implique un certain dosage de désirs et d'efforts en vue d'atteindre un but, même si les composantes de la motivation s'avèrent plus complexes dès que l'on essaie de rendre compte d'un contexte spécifique donné.

Les « rêves » qui cristallisent les désirs des individus apparaissent alors à la fois comme :

- Une grille d'analyse pertinente des très nombreuses activités proposées pour tenter de valoriser les sciences et techniques et de rendre attractives les études et carrières scientifiques et techniques
- Un cadre pour organiser et améliorer ces activités.

Savoir détecter les élèves manifestant un intérêt pour les sciences et techniques, et être capables de développer et d'entretenir cet intérêt pour les retenir, apparaît ainsi plus pertinent que vouloir susciter des vocations. De même, les désirs ou aspirations, puissants moteurs d'engagement et d'actions, sont multiples : il ne faut donc pas chercher à intervenir sur un seul paramètre pour toucher un large public. Beaucoup de motivations existent déjà à l'adolescence, il faut donc s'impliquer au minimum, dans les collèges et lycées. Cela montre que le monde de l'emploi (ceux qui vont embaucher) ne doit pas attendre que l'« Ecole » fournisse des jeunes, plus ou moins adaptés à leurs besoins (qualité, nombre, échéance) mais doit s'impliquer fortement. Réciproquement, l'« Ecole » doit accepter et ouvrir ses portes au monde de l'emploi pour structurer ses programmes et adapter ses diplômes aux besoins. Il faut donc un partenariat très fort.

Sous cet angle, la question de l'information sur les études et les carrières scientifiques et techniques est posée.

3 Synthèse illustrée avec « les parcours de Chloé et Léo »

L'esprit cartésien des ingénieurs (et notamment de celui du rédacteur) aurait dû conduire à une longue liste de problèmes à résoudre, plus ou moins classés dans diverses catégories, en deux mots : « le cahier des



charges » de notre projet. Un autre choix a été fait pour se rapprocher au mieux des jeunes que l'on cherche à attirer vers les métiers techniques. Nous avons simplement regardé le déroulement actuel de l'enfance de deux enfants. Ils s'appellent Chloé et Léo car ce sont les prénoms les plus donnés de nos jours. L'histoire pourrait être réécrite en inversant les caractères et formations de ces deux enfants, sans rien changer aux problèmes que l'on veut mettre en évidence. Cette histoire est naturellement une fiction mais la réalité est très proche car j'y retrouve mes petits-enfants.

a) Enfants

Chloé et Léo arrivent à l'école ; ils poursuivent leur découverte du monde, largement facilitée alors par l'apprentissage de la lecture, du calcul, notamment. L'attrait des images est largement mis en évidence par les multiples jeux électroniques qu'ils manipulent déjà avec aisance, comme les téléphones de papa et maman. On voit dès à présent que leur conditionnement dépend beaucoup de ces objets communicants que le Père Noël apporte. Les jeux manuels et de construction de leurs grands-parents, tel que train électrique, mécano, dinette, pâte à modeler, ... sont pour eux, bien souvent, quasi inconnus. Pour être honnête, il ne faut pas oublier les Lego qui occupent encore beaucoup de jeunes. En deux mots, Parents et Modernisme avec le digital, sont les premiers repères de nos jeunes enfants.

L'urbanisation a progressivement amené les enfants dans des appartements au détriment de la vie à la campagne, ce qui limite, les jeux externes tel que vélo, ballon, ... et intensifie les durées devant l'écran de la télévision, ou équivalent. Comme bien souvent maintenant, papa et maman travaillent tous les deux à l'extérieur, les expositions à l'écran sont intensifiées. Les images de la télévision vont donc avoir une forte importance sur la connaissance du monde externe.

Mais que voient-ils ?

Des dessins animés, souvent mignons avec des petits animaux mais aussi parfois avec d'affreux monstres. S'ils regardent un peu le soir avec papa et maman, ils ont bien peu de chance de voir des réalisations industrielles, des carrières remarquables, ... sauf celles de quelques policiers et experts d'outre atlantique. On note ici un vrai problème lié aux médias pour lesquelles les recettes sont liées à l'audience des téléspectateurs. Il y a aussi la lecture, mais elle n'est certainement pas suffisante pour couvrir tous les domaines de la technique. Bien que limitée, elle existe : « Objectif Lune », « On a marché sur la Lune », mais cela n'est pas très récent comme dit le grand père de Chloé. Une autre ouverture sur le monde est associée aux visites de musées, d'expositions, ... On y trouve des merveilles mais les entrées sont modestes. Une récente visite organisée au Musée des Arts et Techniques à Paris, avec une cinquantaine de participants, moitié parents et moitié enfants d'une dizaine d'années, a été un succès sur l'intérêt, conclu par la remarque de la majorité des parents en partant : « On n'était jamais venu, on reviendra avec les gosses ». Autre avantage : parents et enfants vont discuter ensemble des réalisations extraordinaires qu'ils ont découvertes « Quelles merveilles, tous ces ponts, ces véhicules... que nous avons admirés ».

b) Adolescents

Chloé adore l'école et sa maitresse, son frère Léo aussi, mais un peu différemment : « la récré, j'adore ». Les enseignants vont avoir un rôle capital pour la motivation de leurs élèves. Il est courant de citer, de très nombreuses années après l'école, le nom du professeur qui a induit sa passion. Pour transmettre une passion vers la technique, il faut toutefois déjà la posséder et un grave problème en France est que beaucoup d'enseignants ont une formation littéraire. En effet ceux qui ont fait un peu de math et physique trouvent, en dehors de l'éducation nationale, des postes mieux payés.



Chloé travaille bien et elle sera naturellement orientée vers les études longues. Léo a des difficultés pour s'impliquer. Peut-être est-il simplement plus intéressé par la pratique que par la théorie ? Si des enseignants laissent de très bons souvenirs, les statistiques montrent que ce n'est pas du tout le cas des orienteurs ; une forte évolution est indispensable à ce niveau. La fin du collège pour Léo est très délicate. Au lieu de lui présenter les carrières techniques comme une réponse à son attente, les mentalités actuelles vont lui faire comprendre qu'il va aller dans une voie des « mauvais ». Un énorme message est ici indispensable, car c'est aussi à cette étape que des jeunes découvrent enfin un autre mode de formation (plus concret, plus déductif, ...) et qui les fait s'épanouir.

c) Adultes

Comme supposé, Chloé poursuit de bonnes études et deviendra ingénieure. Elle rejoint une entreprise industrielle du monde médical, très innovante, et qui la passionne. Elle a trouvé le bonheur au travail mais a toutefois quelques questions sans réponses claires :

- Pourquoi beaucoup de ses copines ayant eu le bac avec elle, ne l'ont pas suivie vers ce métier d'ingénieur ?
- Pourquoi le monde industriel n'a pas pénétré suffisamment l'école pour lui en montrer tous les avantages ? Pas le temps des industriels ? Réticence des enseignants à partager les actions de formation ? Méconnaissance, voire vue négative des enseignants sur ce monde industriel ?

Léo a aussi trouvé le bonheur, dans son usine. Sa formation technique a été acquise en gérant lui-même, des problèmes concrets pour lesquels ses professeurs venaient en support pour répondre à ses attentes. Son apprentissage en alternance a parfaitement répondu à son caractère en mixant enseignement théorique et application pratique. Il est maintenant un brillant technicien de maintenance pour les TGV et il dit à qui veut l'entendre : « chaque matin en arrivant au travail, boire mon café puis toucher un train, et me voici prêt pour une journée passionnante ». Léo est jeune et a diverses options pour sa carrière ; par exemple, il développe son expertise technique en tant que technicien supérieur, mais il peut aussi évoluer vers du management, notamment en faisant valider son expérience pour avoir un diplôme officiel.

Les parcours de Chloé et Léo ne sont pas originaux. Ils pourraient se situer dans toute région de France mais sont synthétiques des multiples intervenants de leur motivation et de leur formation initiale.

4 Recommandations

a) Création d'une chaire sur l'intérêt des jeunes pour les sciences et techniques

L'essentiel des actions ayant pour but de promouvoir l'attractivité de la technique et des sciences auprès des jeunes résulte d'une multitude d'actions bénévoles, souvent sans concertation et sans analyse de leur efficacité. Il serait donc souhaitable d'améliorer la lisibilité et la visibilité de ces actions et leur coordination du moins au niveau des orientations.

Il paraît également important de développer et de mettre en œuvre des interventions prenant davantage en compte les résultats des recherches sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie, et le processus d'élaboration des projets professionnels, ce qui nécessite également d'améliorer la visibilité de ces travaux.



Les canadiens (universités du Québec à Montréal et université de Sherbrooke), fort avancés sur les problèmes de formation, ont créé une chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie.

Il est proposé de s'inspirer de cette initiative en France en mobilisant autour des chercheurs :

- Des acteurs concernés par l'orientation scolaire des élèves et étudiants : personnel enseignant, directions d'écoles, conseillers pédagogiques, conseillers d'orientation, parents, ...
- Des représentants d'institutions représentatives des domaines scientifiques et techniques, ...
- Le monde professionnel : entreprises et fédérations professionnelles, salariés,

Les objectifs de cette chaire seraient les suivants :

- Identifier et valoriser les résultats de la recherche sur ces questions
- Cerner et suivre l'évolution des aspirations des jeunes aux différentes étapes de leur scolarité
- Comprendre les facteurs qui déterminent l'intérêt (ou le désintérêt) pour les études en sciences et en technologie et pour les métiers associés à ces domaines
- Identifier et analyser les actions et interventions proposées pour favoriser l'intérêt pour les études en sciences et en technologie et pour les métiers associés à ces domaines, et identifier leurs spécificités : cibles visées, objectifs visés, champ de l'intervention, ...
- Assurer la cohérence des actions conduites sur l'ensemble du territoire

Cette chaire pourrait être rattachée à un ou plusieurs regroupements d'institutions (COMUE ?).

Ses travaux seraient présentés sur le portail proposé ci-après comme une contribution au rapprochement du monde industriel et des jeunes.

Coût : 800 k€ par an

Délai : Mise en place un an après décision

Pilote : Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur

b) Créer un portail WEB unique synthétique des formations et métiers scientifiques

Il existe en France une multitude d'associations, d'organismes professionnels, de régions, ... qui proposent des activités et interventions pour améliorer la connaissance et la compréhension des filières de formation et des carrières dans le domaine scientifique et technique et répondre aux questions d'un large public : élèves et étudiants, mais aussi enseignants, parents, entreprises...

Mais comment trouver ce que chacun a besoin selon sa situation, sa localisation, ... ?

Il est proposé de créer un portail (après vérification qu'il n'existe rien d'équivalent qui pourrait servir de point de départ), baptisé par exemple « emploi & formation.gouv.fr ». Son accès pourrait se faire selon :

- Le domaine d'activité : aéronautique, naval, bâtiment, agroalimentaire, ...
- La région
- La nature de l'aide
- La liste des instances qui proposent de rapprocher industriels et jeunes, ...



Il existe déjà de multiples sites WEB qu'il suffirait de relier. A titre d'exemple, on peut citer celui d'Aéroemploi, filiale du GIFAS, syndicat professionnel français du secteur aérospatial. On y trouve plusieurs volets complémentaires :

- Les divers métiers présentés en images
- Les critères et les formations associées
- Les offres d'emploi et la possibilité de positionner son CV (site [aeroemploiformation](http://aeroemploiformation.com))

Le travail à faire est de créer une structure informatique avec une bonne classification permettant à tout ce qui existe de s'y raccrocher.

Coût : Création et gestion par Web master

Délai : Une année pour la version de base

Pilote : Ministère de l'emploi

c) Développer l'action « TEKNIK » du CSTI

Dans le cadre des fonds étatiques pour les investissements d'avenir, un appel à projets a été lancé et 44 projets ont été retenus en mai 2016 pour le Développement de la Culture Scientifique, Technique et Industrielle (CSTI). Tous ces projets méritent d'être valorisés par exemple en leur réservant notamment un espace sur le site précédemment proposé.

Par exemple, le projet TEKNIK, proposé par FACE (Fondation Agir Contre l'Exclusion) est engagé en faisant travailler ensemble les régions, les industriels et les enseignants. Nous proposons d'intensifier notamment cette action. IESF, avec son réseau PMIS (Promotion du Métier d'Ingénieur et Scientifique) peut compléter immédiatement cette action générale en insistant sur les métiers et formations techniques et scientifiques. D'autres associations pour les femmes ingénieurs peuvent également rejoindre immédiatement ce mouvement, en particulier : Femmes Ingénieures, Elles bougent, ... qui s'adressent spécifiquement aux jeunes filles et aux femmes. Selon la région, les entités locales d'IESF, pourrait soutenir l'action régionale engagée.

Coût : Doubler le budget mis en place

Délai : Moins de 6 mois, le temps de s'organiser

Pilote : Ministère de l'Education nationale et de l'Enseignement Supérieur

d) Tirer profit du temps d'activités périscolaires introduit par la réforme des « Rythmes Scolaires »

Le ministre Vincent Peillon a initié une réforme des « rythmes Scolaires » à l'école, en soutenant notamment le développement des activités périscolaires pouvant être organisées dans le cadre d'un projet éducatif territorial. Ce temps d'activités périscolaires pourrait être mis à profit pour éveiller les jeunes aux questions techniques et scientifiques.

La proposition est donc de mobiliser les acteurs engagés dans l'organisation de ces temps périscolaires autour de projets éducatifs de découverte de l'environnement et notamment de la technique.

Plusieurs points sont à engager :

- Revoir les horaires en les regroupant pour limiter les déplacements des animateurs



- Identifier des activités éducatives correspondant à une problématique industrielle territoriale bien identifiée
- Impliquer tous les industriels locaux pour présenter leurs actions, leurs métiers, ...
- Former les animateurs par les syndicats des filières techniques, notamment en utilisant des retraités ou du personnel en fin de carrière (transfert inter générationnel)

Coût : Une bonne partie est déjà mise en place, les régions pourraient financer le développement de leurs spécialités régionales.

Délai : Une année de mise au point et de validation dans diverses communes ou communautés de communes.

Pilote : Ministère de l'Education Nationale et de l'Enseignement Supérieur

e) **Créer un réseau de correspondants « industrie-formation » chez les industriels et au sein des entités de formation**

Quelques grandes entreprises détachent des ingénieurs auprès des rectorats grâce au dispositif « Ingénieurs pour l'école ». C'est encore très insuffisant et il faudrait étendre la notion de correspondant d'entreprise avec le monde de l'enseignement. Ces correspondants seraient en charge de faciliter les visites et les stages tant pour les jeunes que pour les orienteurs. Les grandes entreprises ne devraient pas rencontrer trop de difficulté à nommer un correspondant.

Par contre les PME, où se trouvent une grande partie des emplois, auront besoin de soutien pour assurer une telle mission sans surcharger le fonctionnement de l'entreprise, par exemple auprès de la Chambre de Commerce et d'Industrie régionale.

Réciproquement, les entités de formation devront avoir des correspondants avec le monde industriel. Ils devront s'investir pour connaître les besoins industriels, aider à la formation des orienteurs qui est actuellement, fortement sous dimensionnée.

Une structure de cohérence entre ces divers correspondants sera mise en place dans chaque rectorat / région.

Coût : A prendre dans le budget formation des régions

Délai : Une année de mise en place, pour définir l'organisation et déploiement général sous trois années

Pilote : Ministère de l'économie avec implication des DIRECCTEs régionales

f) **Développer des spots techniques pour faire connaître et rêver**

Il est quasiment impensable que les chaînes de télévision présentent régulièrement des films où le scénario se situe dans le monde industriel, pour des raisons d'audience. Elles pourraient toutefois avoir l'obligation d'en diffuser quelques-uns par an. On doit vérifier par ailleurs que cela touche effectivement les jeunes : pas sûr mais cela peut avoir un impact positif sur les parents et les enseignants.

Il est donc proposé de faire des spots, très courts, à des heures adaptées aux jeunes, avec des présentations de métiers et de brillants travaux. Les industriels pourraient fournir les éléments pour leurs emplois en tension. Une telle approche existe déjà sur ARTE et il y a l'équivalent pour présenter des œuvres d'art.

Lors de la Semaine de l'Industrie 2016, des mini-clips vidéo de 20 secondes ont été créés et diffusés sur les réseaux sociaux (facebook, Youtube, Dailymotion) via une campagne d'achat d'espaces. Ce sont autant d'exemples et d'expériences sur lesquelles s'appuyer.



Si l'objectif est de faire rêver, il faut aussi, avec ces spots :

- Cibler des métiers non traditionnels dans les domaines scientifiques techniques qui ouvrent l'horizon des élèves et étudiants
- Présenter de beaux projets valorisant le travail d'équipe de l'ouvrier à l'ingénieur, ...

Comme la télévision est maintenant de moins en moins regardée par les jeunes, il est indispensable de mettre en place cette action en utilisant principalement les réseaux sociaux.

Coût : 500 k€ / an

Délai : Les premiers spots pourraient être présentés dans la première année de l'action

Pilote : Ministère de l'Economie, DGE

Entités à impliquer / consulter :

- AAAF : Association Aéronautique et Astronautique de France
- AALCEF : Association Aérospatiale pour les Lycéens, Collégiens et Ecoliers de France
- AFDET : Association Française pour le Développement de l'Enseignement Technique
- ANDRH : Association Nationale des DRH (Quel est leur point de vue sur l'attractivité des jeunes vers les métiers techniques)



Ont collaboré à la rédaction de ces propositions

Gérard Laruelle
Ingénieur Sup'Aéro
Ex Directeur Général du pôle de compétitivité
ASTech-Paris-Région
Ex Vice-Président Recherche d'Airbus Space & Defence
Animateur du groupe de travail



Isabelle Avenas-Payan
Ingénieure spécialisée en traitement 'images
Présidente du comité PMIS (Promotion des Métiers
d'Ingénieur et de Scientifique)
IESF



François Blin
Ancien Délégué Général
IESF



Michel Borde
Ingénieur DPE
Ex Chef de Département Support Client
ALSTOM Power Conversion



Evelyne Bouchon
Délégué Général
CEFI



Jean Louis Durville
Président du Comité Génie Civil et Bâtiment
IESF



Claude Maury
CEFI



Marie José Vanbaelinghem
Cheffe de bureau des systèmes d'information à la
Direction Générale de la Santé

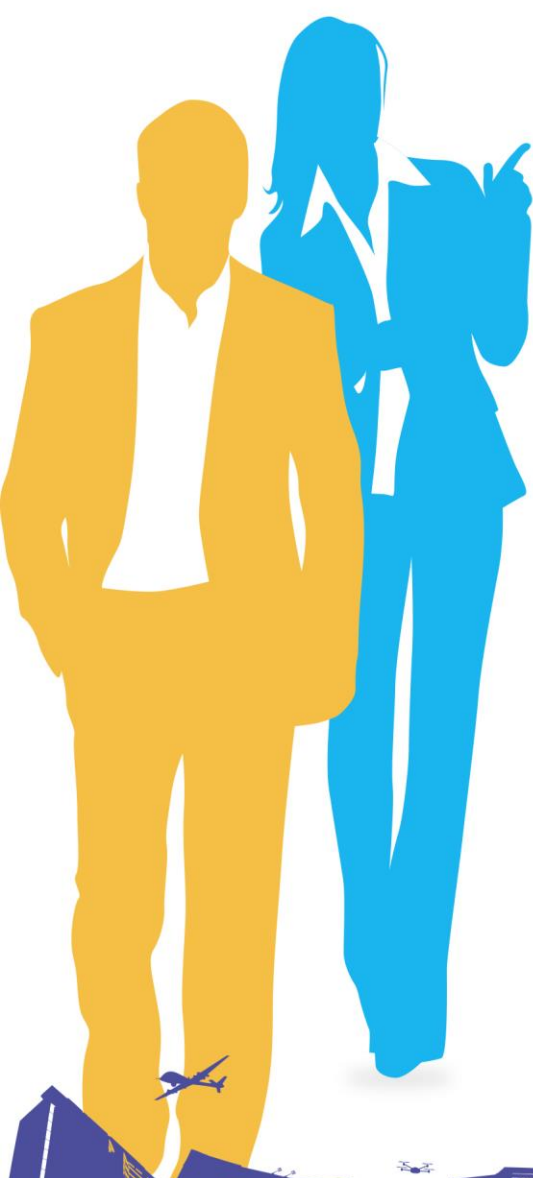


Jean Yves Soulier
Vice-Président
IESF

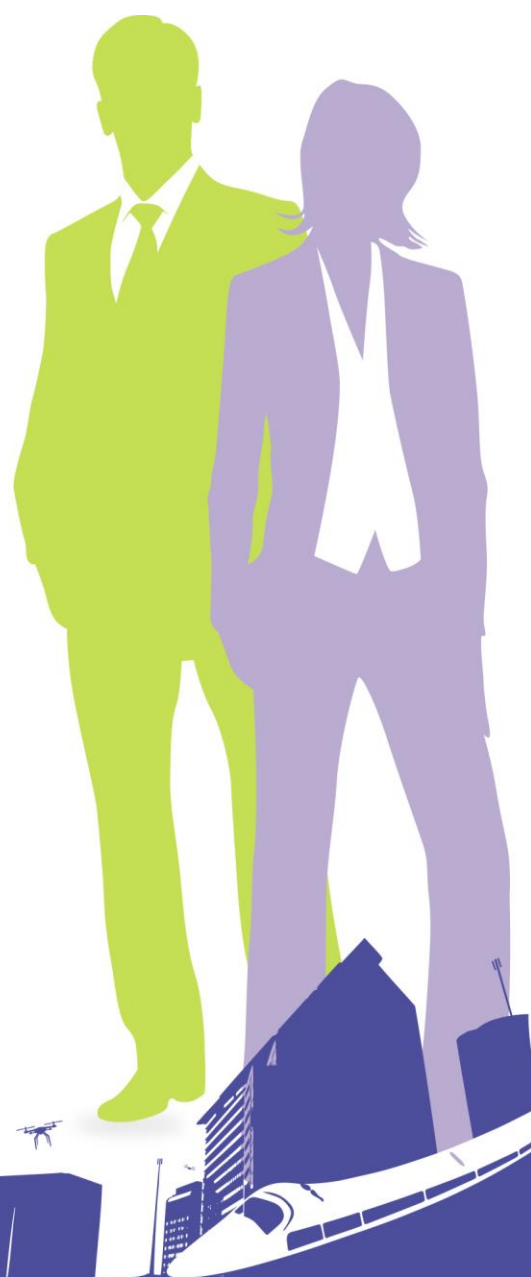




Le principe de précaution



IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE



Le principe de précaution

1 Introduction

Le Principe de Précaution (PP) qui est inscrit dans les principaux traités européens, passe souvent pour constituer l'un des freins à l'innovation et à la compétitivité de notre pays. Notre groupe de travail s'est attaché à examiner le bien-fondé de cette opinion largement répandue, par l'observation d'un certain nombre de dossiers, voire « d'affaires » qui marquent l'actualité dans les domaines de l'environnement et de la santé.

Cette observation nous a permis de conclure à un bilan plutôt mitigé de l'application et des effets du PP, depuis sa constitutionnalisation en 2005. Pour autant, le PP lui-même ne nous apparaît pas être la véritable cause de ce bilan, laquelle devrait plutôt être recherchée dans le déficit général de bonne compréhension de ce qu'est le PP et – en conséquence – dans les nombreux défauts qui caractérisent sa mise en œuvre.

C'est pourquoi, après avoir mis en exergue les dysfonctionnements qui nous apparaissent les plus significatifs, nous nous opposons à sa suppression constitutionnelle et nous proposons quatre axes d'efforts et des mesures concrètes qui nous semblent susceptibles de contribuer à une meilleure mise en œuvre du PP et à une meilleure efficacité de ce principe au service du bien commun et en accord avec nos engagements européens.

2 Rappel historique

La notion de précaution est apparue à la fin des années 70. C'est à cette époque que l'environnement fait l'objet d'une prise de conscience de la part des grandes nations. En 1972, la Conférence de Stockholm établit les premiers droits et devoirs dans le domaine de la préservation de l'environnement : « *L'homme a le devoir solennel de protéger et d'améliorer l'environnement pour les générations présentes et futures* ». A Rio, en juin 1992, la notion de « mesure de précaution » est adoptée lors de la Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement (Principe 15 de la déclaration).

La même année, le Traité de Maastricht puis, en 1997, le Traité d'Amsterdam donnent à l'Union Européenne l'objectif de promouvoir une croissance durable en protégeant la qualité de l'environnement et la santé des personnes. Ces traités instaurent le principe du pollueur-payeur, le principe de précaution et le principe d'action préventive. En février 2000, la Commission Européenne officialise l'extension du PP au domaine de la santé.

En France, la loi Barnier (loi 95-101) introduit dès 1995 le Principe de Précaution dans notre droit, ainsi que le Principe d'action préventive, le Principe pollueur-payeur, le Droit à l'information et le Principe de participation. Enfin, c'est en 2005 que la réforme constitutionnelle place au niveau le plus élevé de la hiérarchie de nos normes juridiques la Charte de l'Environnement et son Principe de Précaution dans son article 5 :



Lorsque la réalisation d'un dommage, bien qu'incertaine en l'état des connaissances scientifiques, pourrait affecter de manière grave et irréversible l'environnement, les autorités publiques veillent, par application du principe de précaution et dans leurs domaines d'attributions, à la mise en œuvre de procédures d'évaluation des risques et à l'adoption de mesures provisoires et proportionnées afin de parer à la réalisation du dommage.

3 Etat des lieux

1- La notion de PP reste mal connue et diversement comprise

Les membres de la Commission de préparation de la Charte de l'environnement témoignent volontiers de leurs débats passionnés et des très grandes difficultés rencontrées pour parvenir à la rédaction de cet article 5 de la Charte de l'environnement. En 2009, un rapport publié par l'OPECST¹ établissait un bilan mitigé de l'application du PP en France et en Europe, du fait des divergences d'interprétation du PP d'un pays à l'autre, ou d'un acteur à l'autre. De plus, certains jugements rendus en France (notamment sur les OGM et les antennes de téléphonie mobile) ont eu des effets dévastateurs sur la bonne compréhension du PP en contribuant « à brouiller les pistes, raviver les vieilles querelles (sur le PP opposé à la science ou facteur d'inertie, etc.) et à nous ramener à une sorte de Moyen-Age du PP² ».

Pour autant, il apparaît que tous ceux qui ont contribué à l'élaboration de l'article 5 sont parvenus à un consensus à la fois très approfondi et vertueux de la notion de PP, consensus aujourd'hui partagé par de très nombreux responsables – scientifiques, juristes, industriels, autorités publiques – qu'ils soient directement concernés ou qu'ils aient eu à s'interroger sur cette question. Dans ce premier cercle, les idées sont claires et clairement exprimées, qu'il s'agisse notamment :

- De la différence entre prévention (risques avérés et dont les dangers sont connus) et précaution (risques non avérés, dont les dangers sont scientifiquement plausibles mais non confirmés en l'état des connaissances),³
- Des conditions (enjeux majeurs – « graves et irréversibles » - pour l'environnement et/ou la santé) et des domaines d'application du PP,
- De la compréhension du PP comme un principe d'action, fondé sur une démarche scientifique pluridisciplinaire, menée par une expertise « incontestable » (c'est-à-dire caractérisée par son excellence, son indépendance et sa transparence),
- De l'importance du caractère « provisoire et proportionné » des mesures de précaution,
- Du fait que l'application du PP revient à l'autorité publique compétente et à elle seule.

Malgré cette acception partagée au sein du « premier cercle » - qui tend à prouver que le PP est avant tout un principe de bon sens – on ne peut que constater l'absence de diffusion de ces idées chez le plus grand nombre, qui continue à décrier le PP ou à l'invoquer à tort et à travers. Cette méconnaissance des fondamentaux du PP est aggravée par le libellé, nécessairement succinct et même elliptique, de l'article 5 de la Charte de l'environnement (lui-même brouillé par la subsistance, dans le code de l'environnement, de la définition antérieure et légèrement différente du PP, issue de la loi Barnier de 1995).

¹ Rapport N° 1964/Assemblée nationale – N°25/Sénat : « Le principe de précaution : bilan de son application quatre ans après sa constitutionnalisation ».

² Mme Christine Noiville, directrice de recherche au CNRS, directrice du centre de recherche « Droit, science et Techniques » (UMR 8103, Université Paris 1) lors de l'audition publique de l'OPECST du 1er octobre 2009.

³ Voir définitions en annexe



Ainsi, il nous semble que la première condition d'une application efficace du PP est que celui-ci soit mieux compris, non seulement des acteurs concernés, mais de la population en général. Le PP doit devenir une « appellation déposée » afin de ne plus être invoqué indûment ; il doit aussi être mieux expliqué, afin de ne plus faire l'objet de craintes ou de rejets, mais susciter l'adhésion.

C'est pourquoi nous suggérons au Gouvernement de faire acte de pédagogie, en publiant sous son timbre un document de « doctrine du PP », compréhensible par tous, et aussi précise que possible afin d'éviter les interprétations malencontreuses, les usages indus du PP et les confusions avec la prévention. Un tel document officiel, dont la forme reste à définir, devrait recevoir une très large diffusion vers toutes les entités et organismes potentiellement concernés par le PP, mais aussi vers l'ensemble de la population grâce au relai des médias qu'il faudrait fortement solliciter à cet effet.

2- La mise en œuvre du PP met en scène un (trop) grand nombre d'acteurs aux rôles mal définis

En observant différents sujets d'actualité à propos desquels le PP est évoqué – explicitement ou non - on ne peut qu'être frappé par le nombre des « acteurs » du PP, ou plus exactement des débatteurs : lanceurs d'alerte (ONG, associations de consommateurs, collectifs de riverains ou d'individus, voire scientifiques eux-mêmes, ...), médias, industriels ou producteurs, organismes d'expertise, chercheurs, autorités administratives indépendantes, tribunaux, élus ou membres de l'exécutif, etc.

Les caractéristiques les plus visibles de ces débats sont au nombre de deux :

- Chacun défend ses propres intérêts, en invoquant un PP le plus souvent déformé et aménagé à cette fin, et/ou en adoptant des postures offensives visant à discréditer ses adversaires,
- Il manque un « président de séance » à voix prépondérante, capable de recentrer les débats et de canaliser les énergies.

Les conséquences sont le plus souvent néfastes, que ce soit pour ceux, parmi les débatteurs, qui auront « perdu » leur combat (parfois injustement), ou pour le bon traitement du dossier lui-même, et pour le PP en général (soit il n'aura servi à rien, soit il aura été dévoyé un peu plus). Quant à l'autorité publique, elle apparaît souvent sujet à de multiples pressions et discours contradictoires et elle peut ainsi être amenée à prendre des décisions non opportunes : ne rien faire, préférer la surprotection ou la sur-précaution (juridique et scientifique) par des interdictions prématurées et parfois définitives (en contradiction avec le PP), adopter une succession de décisions à l'opposé les unes des autres, ou pire, réagir trop tardivement, au risque d'apparaître lui aussi comme l'un des « perdants » du débat. Les exemples concrets ne manquent pas dans l'histoire (récente) du PP⁴.

⁴ Voir Définitions en Annexe



4 Les pistes de progrès

1- Des mesures prises récemment pourraient faciliter une meilleure mise en œuvre du PP

On ne peut que saluer les efforts récents qui ont été entrepris pour tenter de rationaliser ces débats, bien que ces efforts ne soient pas spécifiques du PP : il s'agit de la loi N° 2013-316 du 16 avril 2013 relative à l'indépendance de l'expertise en matière de santé et d'environnement et à la protection des lanceurs d'alerte, ainsi que de ses deux décrets d'application, N° 2014-1628 du 26 décembre 2014 et N° 2014-1629. La loi N° 2013-316 institue notamment la Commission nationale de la déontologie et des alertes en matière de santé publique et d'environnement (CNDA), dont l'une des missions est de canaliser et de centraliser les remontées d'alerte, d'en vérifier la recevabilité et de les transmettre au ministre compétent pour action. Cette commission n'est pas opérationnelle à ce jour. Le décret N° 2014-1628 fixe la liste des établissements et organismes publics qui tiennent un registre des alertes en matière de santé publique et d'environnement ; le décret N° 2014-1629 fixe quant à lui la composition et le fonctionnement futur de la CNDA, qui devra intégrer le Comité de la Prévention et de la Précaution (CPP), lui-même créé par arrêté ministériel le 30 juillet 1996.

À l'évidence, ces mesures récentes ne peuvent qu'améliorer la teneur et la rationalité du débat public, y compris sur les sujets potentiellement liés à la mise en œuvre du PP et pouvoir indiquer au ministre compétent si tel ou tel sujet est susceptible de faire l'objet d'une expertise particulière pouvant conduire les pouvoirs publics à décider l'application du PP et la prise de mesures « provisoires et proportionnées ».

Nous suggérons que la loi 2013-316 puisse servir de support à la mise en œuvre du PP.

2- Les autorités publiques devraient affirmer leurs prérogatives en matière de mise en œuvre du PP

Si la loi N° 2013-316 peut utilement contribuer à l'amélioration de la qualité des débats en matière de PP, encore faudrait-il un « président de séance », lequel n'apparaît pas assez visible aujourd'hui. C'est pourquoi les autorités publiques auraient tout intérêt (par le biais de sa « doctrine PP » notamment) à réaffirmer, aux yeux de tous, leurs responsabilités exclusives en matière de mise en œuvre d'une démarche de précaution et de prise des mesures afférentes. Les autorités publiques devraient donc « s'approprier » le PP, en le considérant d'abord comme un outil à leur seule disposition, susceptible de l'aider à prendre les meilleures décisions sur des dossiers par nature délicats et aux enjeux importants. Une telle démarche pourrait utilement contribuer à « calmer le jeu » des débats et à les rééquilibrer, sans pour autant les confisquer.

À cette fin, nous suggérons que tout lancement d'une démarche de précaution fasse l'objet, par le ministre compétent, d'un acte officiel, public et justifié (décret, arrêté, ...) désignant une expertise dédiée, chargée d'examiner l'opportunité d'appliquer le PP au sujet concerné.

Dans le cas où cette première expertise confirme la nécessité de placer le dossier « sous PP », celle-ci adresse alors au ministre compétent des propositions de mesures de précaution, assorties d'une étude d'impact aussi complète que possible.



Nous suggérons qu'à la réception de ces propositions, le ministre compétent fasse connaître ses décisions par un acte officiel de même nature que lors du lancement de la démarche : les mesures de précaution qu'il aura décidées devront y être détaillées et justifiées (proportionnalité), tout en donnant un éclairage sur leur caractère provisoire. De plus, les directives nécessaires seront données afin de poursuivre les recherches dans le but d'améliorer l'état des connaissances.

Dès que l'état des connaissances sera jugé suffisant par l'expertise, ou qu'un élément nouveau apparaîtra, celle-ci devra adresser des recommandations actualisées au ministre compétent : arrêt, aménagement ou durcissement des mesures de précaution, ou passage sous le régime de la prévention.

Nous suggérons que de la même manière, le ministre compétent fasse connaître publiquement ses décisions à l'issue de la réception de chaque nouvelle recommandation de l'expertise.

Ainsi, après avoir tiré profit de la loi N° 2013-316, une telle prise de responsabilité explicite et officielle par l'autorité publique devrait lui permettre de s'attribuer la voix prépondérante du « président de séance » qui lui revient dans les débats.

3- Une réflexion reste à mener pour consolider le caractère « incontestable » de l'expertise publique

Le gouvernement n'est pas un expert, et il a besoin d'une expertise d'autant plus sûre que les décisions à prendre comportent des enjeux importants.

L'observation des débats d'actualité autour des sujets susceptibles de faire l'objet d'une démarche de précaution montre que, parfois :

- Le gouvernement et les autorités publiques sont mis en situation de devoir trancher des débats d'experts
- Certaines expertises sont critiquées, pour leur manque d'indépendance, leur méthodologie, leur incomplétude, ou leur opacité
- Les agences publiques d'expertise et de recherche bénéficient d'une moindre crédibilité aux yeux du public, plus prompt à faire confiance aux « experts » des ONG ou aux associations de consommateurs, pour lesquels les médias prennent généralement parti

Dans le cadre généralement polémique qui caractérise le débat sur l'application du PP, le gouvernement et les pouvoirs publics se doivent donc de réunir une expertise « incontestable », c'est à dire :

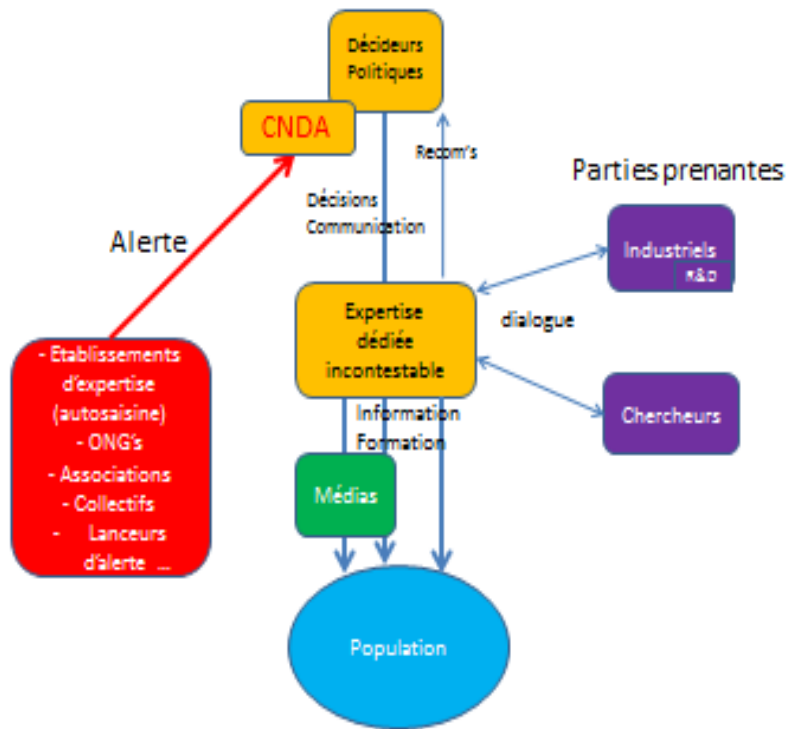
- Unique et dédiée
- Pluridisciplinaire
- Composée des meilleurs experts du moment
- Faisant preuve d'initiative
- Indépendante
- S'appuyant sur une méthodologie éprouvée et auditable
- Investie d'une mission de communication

Le caractère « incontestable » de l'expertise ainsi défini est indispensable à la bonne mise en œuvre du PP, en contribuant à dépassionner le climat de débats et en favorisant la prise de décisions majoritairement admises comme les meilleures pour le bien commun.



La problématique générale de l'expertise publique dépasse largement le cadre de nos travaux sur le PP, c'est pourquoi **nous suggérons simplement de poursuivre et d'approfondir les réflexions visant à doter les pouvoirs publics d'une expertise réellement « incontestable » au regard des différents critères qui viennent d'être énoncés.**

**Un paysage simplifié et mieux structuré
où l'Etat et son expertise occupent la place centrale**



5 Conclusions

L'observation de la façon dont le PP a été mis en œuvre – explicitement ou non - au cours des deux dernières décennies - et singulièrement depuis sa constitutionnalisation - nous a permis de confirmer le bilan décevant, voire négatif généralement admis. On trouvera en annexe les exemples qui ont servi de support à notre réflexion et qui éclairent ce point de vue.

Nous pensons que le PP est un principe vertueux qui doit être maintenu, nous nous opposons à sa suppression constitutionnelle.

Nous pensons que sa mise en œuvre doit être plus rigoureuse pour en améliorer significativement l'efficacité.



L'observation des modes communs qui entravent cette efficacité nous a ainsi conduits à suggérer :

La mise en œuvre complète par les pouvoirs publics (MEEM et MEIN) des textes législatifs existants et la mise en place des comités et commissions prévus et annoncés : CNDA et Commission nationale d'orientation de suivi et d'évaluation des techniques d'exploration et d'exploitation des hydrocarbures liquides et gazeux.

Une meilleure organisation du débat public, dans lequel la place et le rôle de chacun doivent être mieux identifiés (lanceurs d'alerte, CPP, ministre compétent, expertise étatique), en insistant sur le rôle prépondérant des pouvoirs publics, seuls responsables de la mise en œuvre du PP.

Une meilleure communication, de la part des pouvoirs publics qui devraient officialiser et justifier publiquement leurs décisions, et de la part de l'expertise publique, qui devrait s'attacher à « occuper le terrain » médiatique dans le but de fournir aux citoyens une information pédagogique objective, transparente et dépassionnée.

La poursuite de la réflexion sur tous les critères qui fondent la crédibilité et le caractère « incontestable » de l'expertise publique, laquelle est appelée à jouer un rôle majeur d'interface entre la population, les lanceurs d'alerte, les parties prenantes et le gouvernement.

Ces quatre pistes d'action et de réflexion nous semblent susceptibles de contribuer à l'adhésion du plus grand nombre aux décisions prises dans le cadre d'une démarche de précaution, tout en restaurant la confiance de tous les acteurs envers le PP en général et envers les responsables de sa mise en œuvre en particulier.

Les bénéfices attendus sont :

- La sécurisation des plans de développement de nombreuses entreprises concernées par le PP, ce qui générera une importante activité à forte valeur ajoutée (de l'ordre de 1 G€) et permettra à certains de revenir dans le champ de la concurrence mondiale,
- L'assainissement du débat public sur les nouvelles technologies, bien utile face au dénigrement permanent visant les sciences et la technique dont nous avons besoin pour dominer les défis du siècle.



Annexe

1- Définitions

Avant de présenter les quelques exemples qui ont servi de support à notre réflexion sur l'application du Principe de Précaution (PP), il nous a paru utile de rappeler les définitions les plus communément admises des mots clés à connaître dans les domaines de la prévention et de la précaution.

1.1. Danger et termes associés

Un danger¹ est une source potentielle de dommage. Il s'agit d'une propriété intrinsèque d'une « substance » (au sens large), dans des conditions données. Un dommage² peut être une blessure physique ou, plus généralement, toute atteinte à la santé des personnes, aux biens ou à l'environnement. Lorsque des personnes, des biens ou l'environnement sont exposés à un ou plusieurs dangers, il s'agit d'une situation dangereuse³. Le passage d'une situation dangereuse à la réalisation d'un dommage nécessite l'occurrence d'un ou de plusieurs événements dangereux⁴. Dans certains cas, il est aussi possible d'éviter ou de limiter le dommage après un événement dangereux.

Il existe des dangers qui sont avérés (ex. substances officiellement classées « explosives », « toxiques » ou « cancérogènes ») et d'autres qui ne le sont pas (ex. toute nouvelle substance dont aucune étude n'a permis de déterminer la dangerosité).

1.2. Risque

Un risque⁵ est une combinaison de la probabilité de la survenue d'un dommage et de sa gravité. L'existence d'un risque nécessite l'exigence d'un danger (i.e. la « source potentielle de dommage »).

Un risque peut être élevé parce que la probabilité est élevée (ex. cancers, maladies cardio-vasculaires, accidents domestiques ou de la route) et/ou parce que la gravité est élevée (ex. attentats terroristes, catastrophes naturelles). À l'inverse, un risque peut être faible parce la probabilité est faible (ex. chute de météorite majeure) et/ou parce que la gravité est faible (ex. maladies bénignes).

L'acceptabilité d'un risque dépend de critères objectifs : la probabilité et la gravité ; ainsi que de critères subjectifs qui influent sur la perception de celui-ci : la (mé)connaissance, l'accoutumance, le volontariat, l'idée de contrôle, la proximité dans le temps et l'espace, le caractère effrayant, le potentiel catastrophique... Ces critères expliquent, par exemple, que des attentats terroristes peuvent être une source plus grande de préoccupation que des accidents de la route, bien que les seconds font chaque année plus de décès en France que les premiers.

Pour les risques « choisis » (ex. utilisation volontaire d'un produit ou d'une technologie reconnue dangereuse), l'acceptabilité doit (ou devrait) aussi dépendre du bénéfice escompté.

¹ cf. Définition 3.2 du Guide 51 ISO/CEI : 2014

² cf. Définition 3.1 du Guide 51 ISO/CEI : 2014

³ cf. Définition 3.4 du Guide 51 ISO/CEI : 2014

⁴ cf. Définition 3.3 du Guide 51 ISO/CEI : 2014

⁵ cf. Définition 3.9 du Guide 51 ISO/CEI : 2014



1.3. Prévention : « mieux vaut prévenir que guérir »

La prévention apparaît dans l'Article 3 de la Charte de l'environnement⁶ : « Toute personne doit, dans les conditions définies par la loi, prévenir les atteintes qu'elle est susceptible de porter à l'environnement ou, à défaut, en limiter les conséquences. »

La prévention est un devoir pour tous (« toute personne doit »), dépourvu de caractère absolu (« conditions définies par la loi »). Elle consiste à évaluer les risques et à mettre en place des mesures de réduction des risques, afin de les rendre acceptables (en éliminant les dangers ou en réduisant la probabilité de survenue et/ou la gravité des dommages). À défaut d'un risque nul, il reste alors un risque résiduel⁷. Le choix des mesures de réduction doit aussi se fonder sur une approche coûts-bénéfices⁸.

Une limite fondamentale de la prévention est qu'elle ne s'applique qu'aux risques avérés, c'est-à-dire ceux pour lesquels les dangers sont connus (et, même, identifiés par la loi). En effet, comment reprocher à quelqu'un de ne pas avoir prévenu un événement qui n'était, jusque-là, pas identifié comme dangereux ? Par exemple, bien que l'amiante soit exploité depuis la fin du XIX^{ème} siècle, ce n'est qu'en 1955 que des recherches ont conclu à l'existence d'un risque élevé de cancer du poumon chez des travailleurs (malgré des suspicions dès 1898-1906), et en 1998-1999 que l'Union européenne et la France ont interdit toutes formes d'amiante⁹.

1.4. Précaution : « il faut connaître pour pouvoir prévenir »

La précaution vient pallier les limites de la prévention, en particulier vis-à-vis des risques émergents pour lesquels les dangers ne sont pas encore (re)connus. Ce principe apparaît dans l'Article 5 de la Charte de l'environnement : « Lorsque la réalisation d'un dommage, bien qu'incertaine en l'état des connaissances scientifiques, pourrait affecter de manière grave et irréversible l'environnement, les autorités publiques veillent, par application du principe de précaution et dans leurs domaines d'attributions, à la mise en œuvre de procédures d'évaluation des risques et à l'adoption de mesures provisoires et proportionnées afin de parer à la réalisation du dommage ».

Ainsi définie, la précaution est un principe, uniquement à destination des « autorités publiques » (et non un « devoir pour tous », contrairement à la prévention). La précaution vise à identifier les éventuels dangers¹⁰, afin d'écarter ou de rendre avéré un risque non-avéré (« réalisation d'un dommage, bien incertaine en l'état des connaissances scientifiques, pourrait (...) »). De plus, la Charte de l'environnement limite l'application du principe de précaution aux risques impliquant un dommage potentiellement « grave et irréversible [pour] l'environnement ». Si la notion d'environnement peut logiquement inclure celle d'être humain^{11,12}, il reste néanmoins la restriction aux dommages « graves et irréversibles » (contrairement à la prévention).

⁶ cf. Loi constitutionnelle n° 2005-205 du 1er mars 2005

⁷ cf. Définition 3.8 du Guide 51 ISO/CEI : 2014

⁸ cf. Loi n° 95-101 du 02/02/1995 : « meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable »

⁹ cf. Environmental issue report n° 22. Agence européenne pour l'environnement : 2001

¹⁰ L'identification des dangers est la première étape de l'évaluation des risques, cf. Définitions 3.10 et 3.12 du Guide 51 ISO/CEI : 2014.

¹¹ Notamment, la législation et la réglementation française sur les risques technologiques sont inscrites dans le Code de l'Environnement (Livre V) et l'Article L511-1 de celui-ci mentionne aussi les dangers pour la santé et la sécurité

¹² L'extension du principe de précaution à la santé humaine a été confirmée par la Commission Européenne (communication du 2 février 2000) et le Conseil d'État (décision du 12 avril 2013)



Contrairement à la prévention, la précaution ne s'applique qu'aux risques non-avérés, c'est-à-dire ceux pour lesquels les dangers sont scientifiquement plausibles mais non (encore) confirmés. Par exemple, le règlement européen d'« Enregistrement, évaluation, autorisation et restriction des substances chimiques¹³» (REACH) impose d'effectuer « une évaluation de la sécurité chimique (...) pour toutes les substances faisant l'objet d'un enregistrement (...) » qui doit comprendre « une évaluation des dangers pour la santé humaine (...) [et] pour l'environnement »¹⁴ (à ce stade, le risque n'est pas avéré, il s'agit de précaution). Des étapes supplémentaires, dont la « caractérisation des risques » sont ensuite demandées si « le déclarant conclut que la substance répond aux critères de classification d'une substance comme dangereuse » (le risque est maintenant avéré, il s'agit de prévention).

Le principe de précaution est conçu comme un principe d'action (« mise en œuvre de procédure », « adoption de mesures »), contre l'inertie administrative, et empêche les interdictions abusives¹⁵ ou définitives (« mesures provisoires et proportionnées »). S'il est bien appliqué, le principe de précaution ne propose que deux issues : soit la suspicion de danger est écartée et donc il n'y a pas lieu de mettre en place des actions de prévention ; soit la suspicion de danger est confirmée et le principe de précaution doit alors faire place au devoir de prévention. Dans les deux cas, le principe de précaution encourage le développement des connaissances grâce à la recherche scientifique ; et des progrès technologiques (plus sûres et plus respectueuses de l'environnement) grâce à l'innovation.



Exemples

Afin d'éclairer concrètement nos suggestions, nous présentons ci-après cinq « cas d'école » qui ont retenu notre attention et qui avaient l'avantage d'être bien connus de certains des membres de notre groupe de travail. Dans cette présentation, nous ne jugeons pas de la pertinence des expertises ni des décisions qui ont pu être prises dans chacun des cas, mais nous nous attachons à déceler les « modes communs » qui ont pu gêner la bonne mise en œuvre du PP.

¹³ Règlement (CE) N° 1907/2006 du Parlement Européen et du Conseil, du 18 décembre 2006

¹⁴ cf. Article 14 de ce règlement

¹⁵ Par exemple, cf. Décision du Conseil d'État du 1^{er} août 2013 annulant l'arrêté du 16 mars 2012 suspendant la mise en culture de la variété de semences de maïs génétiquement modifié MON 810



Ces cas d'école sont les suivants :

- Les activités nucléaires
- Les ondes électromagnétiques
- Les OGM
- Les hydrocarbures non conventionnels
- Les nanomatériaux.

Pour être complet, précisons que nous avons aussi considéré d'autres sujets d'actualité, tout aussi instructifs, comme celui des perturbateurs endocriniens et des pesticides néonicotinoïdes¹⁶, des biocarburants de première génération¹⁷, des particules fines Diesel¹⁸, du vaccin de l'hépatite B¹⁹, de la Dépakine²⁰, de la molécule SGLT²¹, ou encore du CRISPR-CAS²².

¹⁶ Dossier particulièrement complexe et exemplaire (lié entre autres aux OGM), illustratif d'un débat public passionnel dans lequel les acteurs sont nombreux, défendent avec acharnement leurs intérêts et se soupçonnent mutuellement du pire, alors que les autorités publiques (la Commission européenne en l'occurrence) viennent d'être accusées par le médiateur européen de « ne pas tenir suffisamment compte du PP » et ont été condamnées par la Cour de justice de l'UE pour leur inaction. Par ailleurs, une étude (de l'INRA) tentant d'établir le bilan bénéfice/coût global de l'utilisation des pesticides montre la nécessité de disposer au plus tôt d'une expertise pluridisciplinaire.

¹⁷ Dossier particulièrement illustratif de la nécessité de disposer d'études d'impact complètes (donc d'une expertise pluridisciplinaire) capables de mettre en lumière toutes les conséquences - écologiques (pertes de puits carbone), économiques (hausse des cours) et sociales (famines) - d'une décision apparemment vertueuse pour la transition énergétique.

¹⁸ Dossier qui vient de rebondir et qui est éclairant en termes de combats d'experts, mettant en lumière la problématique de l'indépendance financière de l'expert au regard de sa crédibilité scientifique dans les « zones grises » de la science (effets des faibles concentrations, des prédispositions individuelles, etc.).

¹⁹ Sujet ancien (la première campagne de vaccination a été lancée en 1994 « par précaution » pour protéger les collégiens), mais qui a donné lieu à quelques 17 années de procédure judiciaire du fait d'une suspicion de risque de sclérose en plaque induite par ce vaccin (non-lieu rendu en mars 2016). Dossier qui interroge sur le comportement des laboratoires et des expertises, sur l'impact de la désinformation et sur les conséquences en termes de perte de confiance du public envers la vaccination en général.

²⁰ Médicament contre l'épilepsie, accusé de générer des malformations du fœtus lorsqu'il est administré à des femmes enceintes ; dans ce dossier, c'est le traitement des alertes (signalements spontanés des praticiens) qui est plus particulièrement questionné.

¹⁹ Sujet ancien (la première campagne de vaccination a été lancée en 1994 « par précaution » pour protéger les collégiens), mais qui a donné lieu à quelques 17 années de procédure judiciaire du fait d'une suspicion de risque de sclérose en plaque induite par ce vaccin (non-lieu rendu en mars 2016). Dossier qui interroge sur le comportement des laboratoires et des expertises, sur l'impact de la désinformation et sur les conséquences en termes de perte de confiance du public envers la vaccination en général.

²⁰ Médicament contre l'épilepsie, accusé de générer des malformations du fœtus lorsqu'il est administré à des femmes enceintes ; dans ce dossier, c'est le traitement des alertes (signalements spontanés des praticiens) qui est plus particulièrement questionné.

²¹ Molécule contre le diabète, en usage depuis trois ans aux USA, toujours interdite en France du fait de suspicions contestées de risques de cancer du pancréas ; outre le débat sur la plausibilité du risque, ce dossier interroge sur les capacités à produire des études établissant les bénéfices pour la santé en regard du coût global (dont le traitement des effets indésirables) de ces nouvelles molécules par rapport aux anciennes.

²² « Couteau suisse » du génie génétique, dont la diffusion très rapide dans les laboratoires (faible coût et facilité d'usage) relance de façon aiguë le débat éthique sur les manipulations génétiques, notamment des cellules germinales de l'embryon humain (risques d'eugénisme et de transmission irréversible de caractères génétiques aux générations futures), sans omettre les risques pour la biodiversité ou le développement et la prolifération d'armes biologiques.



2.1. Les activités nucléaires en France

L'examen de ce thème est intéressant du point de vue de la pédagogie, car il permet d'illustrer la différence entre la Prévention et la Précaution (cf. Définitions). En effet, les activités nucléaires sont pratiquées en France depuis la fin du 19^{ème} siècle (Pierre et Marie Curie) et on peut affirmer que les dangers et les risques de l'énergie nucléaire et des rayonnements ionisants sont non seulement avérés mais aussi fort bien connus, tout autant d'ailleurs que leurs bénéfices pour l'énergie, la santé ou la défense. C'est pourquoi la maîtrise des activités nucléaires s'appuie presque exclusivement sur une démarche de prévention, caractérisée par un corpus de référentiels opératoires et juridiques particulièrement rigoureux (« dans le nucléaire, tout ce qui n'est pas écrit est interdit ») dont le respect par les exploitants est strictement contrôlé par les autorités de sûreté nucléaire (ASN), qui s'appuient elles-mêmes sur l'expertise indépendante et rarement contestée de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN). Tout le but de cette démarche de prévention consiste à maintenir les risques à un niveau « acceptable », ce qui revient à démontrer scientifiquement et à faire en sorte que la probabilité d'occurrence des scénarios accidentels est d'autant plus faible que leur gravité est élevée. Aucune activité nucléaire ne peut être entreprise, aucune installation ne peut être mise en service ni même modifiée, sans que ces démonstrations aient été faites par l'exploitant, expertisées par l'IRSN, validées et contrôlées par l'autorité de sûreté pendant toute la durée de vie de l'activité ou de l'installation, y compris son démantèlement. S'il est une caractéristique commune à tous les travailleurs du nucléaire, c'est bien celle d'une véritable culture de prévention, appelée « culture de sûreté »²³. Enfin, ce système de prévention, loin d'être figé, évolue régulièrement pour tenir compte du retour d'expérience des incidents et, a fortiori, des accidents : à titre d'exemple, la catastrophe de Fukushima a conduit à la réalisation de « stress tests » de toutes les installations, puis à des exigences supplémentaires de sûreté conduisant à « penser l'impensable » et à investir dans des modifications parfois importantes en termes de coûts.

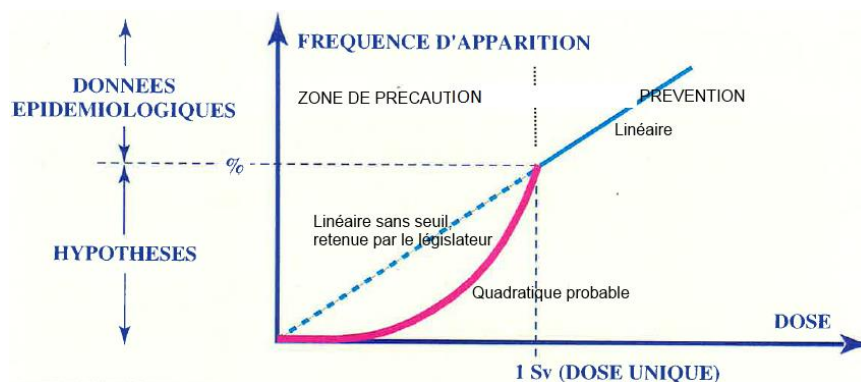
Ainsi peut-on considérer, avec un recul de quelques soixante années d'activités nucléaires en France, que ce secteur apparaît comme un précurseur et une référence en matière de démarche de prévention structurée.

Toutefois, il est un domaine des activités nucléaires qui relève encore d'une démarche de précaution : ce domaine est celui des « faibles doses » de rayonnements ionisants. En effet, l'état des connaissances ne permet d'établir une démarche de prévention que pour les fortes doses (au-delà de 1 Sievert (1 Sv)) : dans cette zone des fortes doses, les données épidémiologiques prouvent qu'il existe une relation linéaire entre la dose reçue, la gravité des effets sur la santé et leur probabilité d'occurrence. Cette proportionnalité scientifiquement prouvée entre la valeur de la dose et les effets sur la santé permet donc d'établir aisément des mesures de prévention face à un risque connu. Mais au quotidien, les activités nucléaires, médicales ou de la vie courante de tout un chacun ne mettent en jeu que des doses de l'ordre du milli Sievert (l'exposition moyenne de la population française s'élève à 4.5 mSv/an²⁴). Les connaissances actuelles permettent de dire que pour ces faibles doses la relation linéaire n'est plus applicable (on pense plutôt à une relation de type quadratique, qui n'est pas encore précisément établie). De surcroît, les dernières recherches tendent à montrer des différences de sensibilité entre les individus. Face à ces incertitudes de la science dans le domaine des faibles doses, c'est donc une démarche de précaution qui a été adoptée, en considérant arbitrairement que la relation linéaire s'applique jusqu'à la dose zéro (voir figure ci-dessous) : on parle d'une relation « linéaire sans seuil », qui exprime que toute dose, même très faible, expose à un risque pour la santé, et qui le maximalise. Telle est aujourd'hui la position « de précaution » retenue par le législateur : la relation linéaire sans seuil lui permet de fixer les doses réglementaires à ne pas dépasser, tant pour les travailleurs du nucléaire que pour le public. De plus, ces doses réglementaires sont régulièrement revues à la baisse, au nom du principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable).

²³ Contrairement à d'autres domaines d'activité, le nucléaire utilise communément le terme de "sûreté" pour faire référence aux scénarios accidentels et non aux actes de malveillance.

²⁴ Dont 2.9 mSv/an dû aux sources naturelles (la moitié étant imputable au radon) et 1.6 mSv/an dû aux actes médicaux (La Lettre de l'IRSN N°110 – Février 2016)





Les travaux de recherche se poursuivent pour réduire les incertitudes scientifiques relatives aux effets des faibles doses (conformément à une application adéquate d'un principe de précaution). À ce jour, la France apparaît comme l'un des pays les plus exigeants en matière de seuils réglementaires pour les travailleurs et le public. Elle est aussi le seul pays à ne pas banaliser ses déchets nucléaires dits de « très faible activité » (TFA) qui représentent la majeure partie des déchets nucléaires et pour lesquels il n'existe aucun « seuil de libération » qui permettrait de les valoriser ou de les traiter comme des déchets conventionnels.

Assurément, ces dispositions ont un coût important (ne serait-ce qu'en matière de volume de stockage des déchets TFA par l'ANDRA²⁵), qui pèse sur le coût global de l'activité nucléaire en France et qui conditionne les travaux de déconstruction des centrales et autres installations nucléaires mises à l'arrêt définitif. Ces considérations économiques, associées aux progrès des connaissances sur les faibles doses et au retour d'expérience des autres pays, ont permis d'engager une première réflexion afin d'envisager la création d'un seuil de libération pour certains déchets TFA à la radioactivité nulle ou quasi nulle. On peut voir dans cette démarche une illustration (encore timide) du caractère provisoire des mesures de précautions tel que libellé dans la Charte de l'environnement.

Dans le même esprit, le retour d'expérience de la catastrophe de Fukushima révèle que certaines parties de la population ont été évacuées sans véritable raison radiologique, par "excès de précaution". Ces décisions ont généré – outre des risques d'accident inhérents à toute évacuation massive – des conséquences sur la santé psychique et physique (angoisse, dépression et même diabète) et des conséquences économiques locales désastreuses : « au Japon, des villages meurent sans raison radiologique »²⁶. De même, les dépistages systématiques de cancer de la thyroïde chez les enfants n'ont pour l'instant rien donné, hormis des biais dus au « surdiagnostic » que les chercheurs japonais ont dû corriger, tout en reconnaissant que ces dépistages ont entraîné « l'angoisse du cancer, bouleversé les familles et contribué à détériorer la santé psychologique des habitants évacués des environs de la centrale »²⁷. Ce retour d'expérience alimente déjà la réflexion en Europe sur les effets de la "sur-précaution", en particulier sur la proportionnalité des mesures de précaution et sur la nécessité de conduire une approche pluridisciplinaire du problème²⁸.

²⁵ Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs

²⁶ Jacques Repussard, directeur général de l'IRSN- Le Journal du Dimanche N°3608 du 6 mars 2016

²⁷ Yan Rousseau – correspondant à Tokyo – Les Echos N° 22149 du 14 mars 2016

²⁸ Fin 2015, un colloque organisé par la plateforme européenne MELODI (qui regroupe les capacités de recherche sur les faibles doses des rayonnements ionisants) a réuni quelques 300 scientifiques de différentes disciplines : radioécologie (ALLIANCE), gestion des situations d'urgence (NERIS) et de la dosimétrie (EURADOS) mais aussi radiobiologistes fondamentaux, épidémiologistes et sociologues, ces derniers relayant les points de vue des parties prenantes



Mais ces démarches, qu'elles concernent le caractère provisoire des mesures de protection ou leur proportionnalité, ne peuvent à l'évidence devenir applicables sans l'adhésion de la population. Celle-ci doit donc être clairement informée et formée, en toute patience et en toute transparence. L'IRSN est particulièrement investi dans cette mission de communication. C'est ainsi, par exemple, qu'il vient de mettre en ligne un outil Internet destiné à estimer les doses individuelles, dont la diffusion « contribuera à objectiver la perception de l'exposition individuelle et à faciliter l'apprentissage des ordres de grandeur liés aux différents types d'exposition, relativisant la valeur symbolique du seuil [réglementaire NDR] de 1 mSv, trop souvent assimilé, à tort, à un seuil sanitaire ».²⁹ Pour autant, cette communication semble encore trop timide et assez peu relayée par les médias à grande diffusion.

En conclusion, on peut retenir de la gestion du risque nucléaire en France qu'il est clairement illustratif :

- De la différence entre la démarche de prévention et la démarche de précaution
- D'une démarche de précaution bien établie et très réglementée dans le domaine des faibles doses, bien que l'application du PP dans ce domaine ne soit pas évoquée officiellement
- D'une réflexion (embryonnaire) sur le caractère provisoire et proportionné des mesures de précaution
- De la nécessité d'une communication active, pédagogique et transparente vers le public, de la part d'une expertise étatique très peu contestée
- De l'importance d'une expertise pluridisciplinaire à même de mettre en exergue les effets collatéraux d'une démarche de précaution (voire de « sur-précaution ») dans un domaine particulier (radiologie) sur les domaines connexes (sanitaires, économiques et sociaux)

2.2. Les ondes électromagnétiques

Le socle d'études scientifiques au sujet des radiofréquences est très important (plusieurs dizaines de milliers de publications) et l'exposition de la population aux radiofréquences n'est pas nouvelle. L'article "A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field" de James Clerk Maxwell date de 1864.

Le seul effet sanitaire établi des radiofréquences est un effet thermique à de fortes puissances et des seuils réglementaires d'exposition ont été institués pour s'en protéger. L'ICNIRP a établi des limites d'exposition selon la bande de fréquences utilisée, basées sur l'échauffement corporel, dès 1998. Ces limites permettent d'assurer une protection, avec un facteur de réduction de 50 pour le grand public, contre les effets thermiques. Recommandées par l'OMS³⁰ et la Commission européenne³¹, ces seuils réglementaires sont appliqués en France (décret 2002-775 du 3 mai 2002) en tout lieu accessible au public et à tous les émetteurs d'ondes radio et pas seulement aux antennes de téléphonie mobile : elles sont de : 28 V/m pour la radio ; 31 à 41 V/m pour la télévision ; 37 à 61 V/m pour les antennes de téléphonie mobile ; 87 V/m pour les ampoules fluo-compactes.

La question est de savoir s'il y a un autre effet en dessous de ces seuils réglementaires, c'est-à-dire si l'on peut identifier un mécanisme d'effet non thermique et que, dans ce contexte, il y aurait lieu de fixer de nouvelles valeurs limites réglementaires.

²⁹ La lettre de l'IRSN, N°110 - Février 2016. www.irsn.fr/expop2015

³⁰ Organisation Mondiale de la Santé

³¹ Recommandation du Conseil de l'Union Européenne 1999/519/CE du 12 juillet 1999 relative à l'exposition du public aux champs électromagnétiques



Des expertises collectives sont ainsi régulièrement menées par les autorités sanitaires en France et à l'international, afin d'actualiser l'état des connaissances et des incertitudes. La science s'appuie sur une méthodologie rigoureuse pour développer les connaissances et se prononcer sur la crédibilité a priori d'un risque, car tout ce qui est publié n'est pas forcément vrai. Dans les expertises collectives ou méta-analyses diligentées par des institutions ayant toute légitimité pour le faire, la littérature scientifique disponible est analysée au regard d'une méthodologie rigoureuse. Trois conditions sont nécessaires pour valider les résultats d'une étude et considérer que ce qu'elle démontre peut-être ou non considéré : la maîtrise des conditions d'exposition aux radiofréquences ; la maîtrise des effets biologiques recherchés (un effet biologique n'est pas forcément un effet sanitaire ...) ; la réplication de l'expérience non seulement par les auteurs de l'étude mais aussi par d'autres équipes de chercheurs avec obtention des mêmes résultats. L'expertise collective est une garantie d'exhaustivité de l'état des connaissances. La présence de disciplines différentes et la collégialité des débats permettent la confrontation de différentes opinions, et l'expression d'éventuelles positions divergentes.

Les expertises collectives les plus récentes sur les radiofréquences ont confirmé la validité des valeurs limites réglementaires : rapport d'expertise de l'ANSES³² du 15 octobre 2013 ; l'avis de mars 2015 du SCENHIR³³, comité scientifique indépendant mis en place auprès de la Commission Européenne).

Enfin il convient de distinguer, lorsque l'on parle des ondes radio, comme l'a fait l'ANSES dans son rapport d'expertise, l'exposition ambiante aux ondes environnementales (ondes des antennes relais, des antennes TV, des antennes FM, bornes WIFI, ...) de l'exposition aux ondes émises par les appareils communicants que l'on place contre l'oreille.

Dans le cas des ondes environnementales sous les seuils réglementaires, telles que celles des antennes relais de téléphonie mobile, sous les seuils réglementaires, le Principe de Précaution ne s'applique pas, car les autorités sanitaires affirment qu'il n'y a pas de danger scientifiquement plausible. Ainsi le gouvernement français, dans une fiche pédagogique téléchargeable à l'adresse www.radiofrequences.gouv.fr, indique que sous ces seuils réglementaires, « en l'état actuel des connaissances scientifiques, l'expertise nationale et internationale n'a pas identifié d'effets sanitaires à court ou à long terme, dus aux champs électromagnétiques émis par les antennes-relais ». Pour le téléphone mobile en mode conversation contre la tête, il n'y a pas non plus de risque avéré mais en raison de la classification en mai 2011, par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) de l'OMS, des ondes radio du téléphone mobile en usage intensif comme « peut-être cancérogènes pour l'homme » (catégorie 2B), il est recommandé d'appliquer une démarche de précaution pour maîtriser son exposition. Sur le portail d'information gouvernemental, on trouve : « aucune preuve scientifique ne permet de démontrer aujourd'hui que l'utilisation des téléphones mobiles présente un risque pour la santé. Néanmoins, des interrogations subsistent sur d'éventuels effets à long terme. Les autorités sanitaires recommandent donc, par précaution, de limiter son exposition » (en mode conversation contre la tête, cf. fiche de l'Etat sur le site radiofrequences.gouv.fr) « aux champs électromagnétiques émis par les téléphones mobiles et propose à cet effet des actions aisées à mettre en œuvre. ». Dans son Aide-mémoire n° 193 de juin 2011 sur le téléphone mobile, l'OMS indique qu' : « Un grand nombre d'études ont été menées au cours de ces dernières décennies (...) A ce jour aucune étude réellement scientifique et reconnue comme telle, au niveau mondial, n'a démontré d'effets nocifs pour la santé, notamment en termes de risque cancéreux. Mais des études se poursuivent pour évaluer les risques en cas d'exposition fréquente et prolongée sur plusieurs années lors de l'usage d'un téléphone portable appuyé contre l'oreille, ce qui correspond au maximum d'exposition aux ondes électromagnétiques dans le cadre de l'usage des téléphones portables, les niveaux d'exposition dus aux antennes relais étant beaucoup plus faibles. »

³² Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

³³ Comité Scientifique des Risques Sanitaires Emergents et Nouveaux



Sur le plan juridique, lors de la polémique sur les effets éventuels des ondes émises par les antennes relais qui s'est particulièrement développée, en France, dans les années 2000, des associations avaient obtenu, pendant la période 2005-2011, quelques jugements de tribunaux administratifs en leur faveur pour interdire l'implantation d'antennes, en se fondant sur le Principe de Précaution. Les arrêts du Conseil d'Etat du 19 juillet 2010 puis du 26 octobre 2011 ont indiqué que le principe de précaution ne s'applique pas aux installations des antennes relais.

Au niveau gouvernemental, pour apporter plus de sérénité au déploiement des réseaux des opérateurs mobiles, le ministère de la santé, avec le concours du ministère du développement durable et du secrétariat d'Etat chargé de la prospective et du développement de l'économie numérique, a organisé en 2009 une table-ronde sur les radiofréquences, qui a mis en place le Grenelle des Ondes. Le Grenelle des Ondes et ses comités d'expérimentation (COMOP et COPIC) ont rassemblé de 2009 à 2013, les associations, les opérateurs, la communauté scientifique, des représentants des associations d'élus et des représentants de l'Etat et abouti à plusieurs modalités : une taxe payée par les opérateurs pour le financement de la recherche en radiofréquences et santé et des mesures de champ demandées par les maires ou les particuliers ; la définition des recherches, le choix des études et l'attribution des financements par l'ANSES pour la recherche scientifique sur les ondes radio et la santé ; un nouveau protocole de mesure d'exposition de l'ANFR³⁴; la réalisation par l'Etat de fiches pédagogiques sur les antennes-relais et le téléphone mobile ; l'amélioration de la connaissance des niveaux d'exposition aux champs des antennes relais sur le territoire national.

Le sujet a aussi fait l'objet d'un traitement législatif récent avec le dépôt en décembre 2013, par la députée écologiste Laurence Abeille, d'une proposition de loi ayant pour objectif d'introduire de la sobriété et plus de transparence et de concertation (entre élus, opérateurs et grand public) au niveau local en matière d'exposition aux ondes radioélectriques. Après plus de deux ans de débat, la Loi relative à la sobriété, à la transparence, à l'information et à la concertation en matière d'exposition aux ondes électromagnétiques, dite « loi Abeille » a été publiée le 9 février 2015. Plusieurs dispositions nécessitent encore la publication d'arrêtés ou de décrets.

Malgré ces avancées scientifiques, législatives, réglementaires et juridiques, le sujet des radiofréquences reste sensible et soumis à des oppositions, car il est à la fois particulièrement complexe du point de vue technique (et les ondes sont invisibles) et soumis à une polémique médiatique alimentée par des associations qui militent sans relâche depuis plus de dix ans contre les antennes relais des opérateurs mobiles.

Pour mener au mieux ce partage de connaissances, l'apport de l'expertise des agences des pouvoirs publics (ANSES, ARS³⁵, ANFR) est essentiel.

En conclusion, on peut retenir de la gestion en France des radiofréquences :

- Que le sujet n'est pas nouveau et qu'on a un important socle d'études scientifiques et de travaux gouvernementaux et législatifs
- Que le principe de précaution ne s'applique pas aux ondes environnementales telles que celles des antennes relais, des émetteurs de télévision ou des bornes WIFI, sous les seuils réglementaires
- Que le principe de précaution s'applique aux ondes émises par les téléphones portables utilisés en mode conversation contre la tête (bonnes pratiques telles que le kit mains libres pour diminuer son exposition)
- Que malgré les avancées scientifiques, législatives, réglementaires et juridiques, le sujet des radiofréquences reste sensible et soumis à des oppositions

³⁴ Agence Nationale des Fréquences

³⁵ Agence régionale de santé



- Que dans ce contexte, il est important que l'état des connaissances scientifiques, et la manière dont la science les développe, soient largement partagés avec les différents interlocuteurs (élus, collectivités, bailleurs, grand public, médias), non seulement par les industriels, mais également par l'Etat et ses agences.

2.3. Les OGM

Cette histoire commence en 1978, avec la demande, par le président Valéry Giscard d'Estaing, d'un rapport sur l'état des sciences de la vie en France. En 1980, un second rapport est demandé par le secrétaire d'Etat à la recherche, afin de définir ce que pourrait être l'intervention de l'Etat dans le domaine des biotechnologies. Le rapporteur, Jean-Claude Pelissolo, écrit alors : « L'industrie des semences et des plants sera à l'agriculture ce que l'industrie des circuits intégrés est à l'électronique ». Ces rapports seront à l'origine de plusieurs programmes étatiques de recherche, associant les laboratoires publics et privés dès 1986 : l'INRA et le CNRS travaillent ainsi avec de grands groupes comme Limagrin, Elf-bio-industries, ou Rhône-Poulenc. Cette recherche est par ailleurs étroitement encadrée au niveau européen par le Comité interservices pour la réglementation des biotechnologies, et au niveau national par la Commission du Génie Biomoléculaire (CGB). La CGB a pour mission d'étudier, au cas par cas, les demandes d'expérimentation d'OGM en milieu ouvert, en analysant les risques pour la santé et l'environnement. Cette recherche, très encadrée, permet à la France de se classer en 1996 au 2^{ème} rang mondial (derrière les USA) pour le nombre d'essais en plein champ (tant publics que privés).

L'année 1996 constitue une véritable charnière dans l'histoire des OGM. Greenpeace vient de perdre son cheval de bataille (et de très nombreux donateurs) avec l'arrêt des essais nucléaires en Polynésie française³⁶. L'association jette alors son dévolu sur les OGM³⁷. Les années suivantes verront le développement très médiatisé des actions anti OGM de Greenpeace, associé à de très nombreux mouvements, syndicats, élus locaux et autres « faucheurs volontaires » (à partir de 2003³⁸). Certains grands distributeurs décident de surfer sur cette vague anti OGM qui inquiète l'opinion pour valoriser les produits « bio » garantis sans OGM.

Dès 1997, l'expertise publique adopte des positions politiquement nuancées : ainsi peut-on lire dans une circulaire de l'INRA aux directeurs scientifiques : « Notre intérêt est de maintenir la diversité de nos productions et l'image de qualité de nos produits, et non point de nous fondre dans un monde indifférencié [...] Ceci ne doit nullement nous empêcher de maîtriser le mieux du monde les techniques de création des organismes génétiquement modifiés ». Ces termes ne sont pas très éloignés des propos du président de Greenpeace en 2002 : « Nous n'avons pas peur des OGM. [...] Les OGM sont peut-être une merveilleuse solution pour un certain type de société. Mais justement, c'est ce projet de société dont nous ne voulons pas ». Dès lors, on comprend que le débat n'est plus scientifique, mais bien politique et sociétal.

1997 marque aussi les premières réactions des autorités publiques : un moratoire sur les OGM est décidé en Conseil des ministres, allant contre l'avis de la CGB qui se trouve alors décrédibilisée, et dont le président démissionne. Ce moratoire a pour effet de renforcer les actions anti OGM. Pourtant, l'année suivante, deux arrêtés autoriseront pour la première fois la culture de maïs transgénique en France (dont le MON810). Mais en 1999, le gouvernement prononcera un moratoire sur toute nouvelle autorisation de mise en culture d'OGM. Malgré l'autorisation légale de 1998 de cultiver du maïs GM en France, les surfaces mises en culture resteront extrêmement faibles pendant les dix années qui vont suivre.

³⁶ Le leader charismatique José Bové a fait partie de la dernière campagne anti-nucléaire de Greenpeace en Polynésie, en 1995.

³⁷ Kempf Hervé, « La guerre secrète des OGM », Seuil, 2007.

³⁸ Dès 2009, on comptera quelques 7000 faucheurs volontaires se réclamant du principe de précaution et se donnant pour mission de faire respecter le droit à un environnement sain.



Greenpeace profite de la campagne présidentielle de 2007 pour refaire pression, cette fois sur les candidats. Le Grenelle de l'environnement (juillet à octobre 2007) prend parti pour les opposants et dès janvier 2008, le président Sarkozy annonce un 2^{ème} moratoire sur la culture des OGM, au motif de l'insuffisance de leur évaluation scientifique (propos repris par le sénateur Legrand, qui évoquera « des doutes sérieux sur l'usage du MON810 »). Ce 2^{ème} moratoire sera officialisé le 7 février 2008. Le débat semble ainsi revenir sur le terrain des considérations scientifiques et s'appuyer sur le principe de précaution, du fait des incertitudes des connaissances.

Pourtant, dès la même année et les suivantes, les scientifiques européens et français contestent cette position (avis de l'AESA du 29/10/2008 et de l'AFSA du 23/10/2009). En 2011, la Cour européenne de justice estime illégal le moratoire français et en novembre de la même année, le Conseil d'Etat suit cet avis et annule le moratoire.

Le Gouvernement réagit alors en utilisant la « clause de sauvegarde » et prend un arrêté de suspension en mars 2012 (juste avant les semailles). Cet arrêté sera à son tour dénoncé par l'AESA en mai 2012 et annulé par le Conseil d'Etat le 1^{er}/08/2013, considérant l'absence d'élément nouveau reposant sur des bases scientifiques fiables.

Le Gouvernement reprend alors un nouvel arrêté d'interdiction le 14 mars 2014, (qui sera une fois de plus dénoncé par l'AESA le 1^{er}/08/2014), alors qu'une loi est finalement votée le 3 juin 2014 (loi N° 2014-567). Cette loi (qui ne comporte pas de considérants) se compose d'un article unique : « La mise en culture de maïs génétiquement modifié est interdite ».

Le 11 mars 2015, paraît une nouvelle directive européenne (2015-412) qui permet à tout Etat membre d'interdire sur son territoire la culture d'un OGM autorisé dans l'Union, en invoquant simplement « des obligations liées à l'aménagement du territoire, des conséquences socio-économiques, des mesures visant à éviter la présence accidentelle d'organismes génétiquement modifiés dans d'autres produits, ou encore des objectifs de politique agricole ». L'Europe est donc passée d'une doctrine fondée sur l'analyse scientifique des risques³⁹ à des considérations de nature purement politiques.

Enfin, le 15 avril 2016, le Conseil d'Etat annule, comme les précédents, l'arrêté du 14 mars 2014 en se justifiant ainsi : « Les avis de l'Autorité européenne de sécurité des aliments (AESA) avaient certes admis certains risques de développement d'une résistance chez les insectes ou d'atteinte à certaines espèces de lépidoptères, mais ces mêmes avis concluaient que ces risques pouvaient être maîtrisés et que les études scientifiques ne permettaient pas d'estimer que le maïs MON810 était plus risqué pour l'environnement que le maïs conventionnel ». Les ministres de l'agriculture et de l'environnement font savoir aussitôt que cette annulation de l'arrêté ne changera rien à l'interdiction, du fait qu'elle relève désormais de la loi (de 2014) et que celle-ci est conforme à la directive européenne de 2015 précitée (transposée en novembre 2015 dans le droit français).

Les anti OGM, bien qu'ayant emporté une nouvelle victoire, entendent désormais poursuivre leur combat, en visant cette fois les « nouveaux OGM » dont les procédés de fabrication innovants (sans introduction d'un ADN extérieur) leur apparaissent comme susceptibles de contourner la loi ... En avril 2016, sept associations anti OGM claquent la porte du HCB en reprochant à cette instance d'être « aux mains des lobbyistes de l'agrochimie alimentaire ». D'après ces associations, le HCB fait tout pour conduire le gouvernement français à se fonder « sur un vrai-faux avis scientifique totalement partial, drapé d'une consultation de la société civile qui n'a jamais été menée à son terme »... Le combat fait donc toujours rage depuis vingt ans.

³⁹ Auparavant, la directive 2001/18/CE spécifiait que toute demande de moratoire pour la culture d'un OGM autorisé dans l'Union doit faire état de connaissances nouvelles sur les risques pour la santé et l'environnement ».



Conclusion :

Ce rappel succinct de la « saga » (toujours en cours) des OGM en France amène aux observations suivantes :

- Dans la première période de leur histoire (de 1978 à 1996), et alors que le principe de précaution n'avait pas encore été introduit dans le droit français, les travaux sur les OGM ont fait l'objet d'une réelle démarche de précaution et d'un encadrement très strict de la part des autorités publiques, tant françaises qu'européennes (autorisations au cas par cas, après expertise approfondie de l'impact sur l'environnement et la santé). En 1996, la France se classait parmi les leaders mondiaux en termes de maîtrise des savoirs dans le domaine des biotechnologies.
- A partir de cette date, l'action « professionnelle » de Greenpeace et de ses renforts altermondialistes s'est imposée sans résistance, au nom du principe de précaution. Cette action a finalement eu raison :
 - De l'opinion publique, totalement désinformée, grâce au relai et à l'appui des médias ; la confiance est durablement, sinon définitivement perdue ;
 - Des producteurs, des stockeurs, des distributeurs et des utilisateurs (semouliers et brasseurs...) craignant pour leur image de marque et faisant valoir l'assèchement de la demande publique comme le rejet de l'opinion ;
 - De la crédibilité de l'expertise et de la recherche nationales qui ont fini par s'autocensurer et abandonner leurs travaux, ainsi que de celle de l'instance de conseil (HCB) au sein de laquelle les débats d'experts (toujours houleux) ont fini par être confisqués par les membres anti OGM. De ce fait, la nécessaire analyse globale en termes de coûts/bénéfices n'est pas conduite comme il conviendrait et reste trop polémique pour être crédible ;
 - Des gouvernements successifs, qui n'ont pas fait valoir leurs prérogatives en matière d'application du principe de précaution - ou qui l'ont invoqué à tort – et qui ont fini par donner raison aux activistes contre l'expertise scientifique par une série d'arrêtés (tous annulés par le Conseil d'Etat) et une loi d'interdiction définitive en 2014 ;
 - De la justice, qui n'a pas ou très peu sanctionné les « neutralisations » illégales des essais publics ou privés ;
 - Des autorités européennes, qui, malgré la résistance de l'AESA, ont fini par accéder aux demandes de quelques Etats membres, dont la France notamment, avec la directive 2015-412, déplaçant le ainsi débat sur le seul terrain politique, à l'exclusion des considérations scientifiques.

Le cas des OGM apparaît donc comme exemplaire des limites du principe de précaution en tant que principe de bon sens, de son inutilité si les autorités publiques ne se l'approprient pas en toute connaissance de cause, et de sa nocivité s'il est indûment laissé à la disposition des activistes pour justifier leurs actions illégales : en moins de vingt ans, la France et l'Europe ont abandonné une position dominante dans le domaine des biotechnologies pour laisser toute la place aux Etats-Unis et à la Chine.

2.4. Les hydrocarbures non conventionnels

Le terme technique pour les gaz et huiles dits « de schiste » est « hydrocarbures de roche-mère. » On parle aussi « d'hydrocarbures non conventionnels ».

De nombreuses associations et mouvements politiques ont fait du sujet un cheval de bataille, déclenchant ainsi des débats souvent passionnels, dans lesquels les point de vue semblent irréconciliables entre ceux qui fustigent les dommages irrémediables pour la santé et l'environnement, ceux qui au contraire mettent en



avant les progrès accomplis tant dans le domaine de l'exploration que de la production⁴⁰, ceux qui font valoir tout l'intérêt de l'accès à cette ressource en termes d'économie et d'indépendance énergétique⁴¹, et ceux qui considèrent que tout nouveau recours aux énergies fossiles constitue une véritable régression au 21^{ème} siècle.

A l'évidence, ce sujet se caractérise par des enjeux multiples et de nature différente : en toute rigueur, il aurait dû faire l'objet d'une analyse pluridisciplinaire globale de type « coût/bénéfice », qui pouvait utilement s'appuyer sur les nombreux retours d'expérience des pays⁴² – dont la France⁴³ – qui utilisent les techniques de fracturation hydraulique depuis des décennies.

Puisqu'il s'agit ici de risques et de dangers bien connus, et à la lumière des définitions qui ont été rappelées au début de cette annexe, on comprend que le principe de précaution n'avait que peu, sinon rien à voir avec ce débat.

C'est pourtant à ce principe auquel le président de la République a fait explicitement référence dans sa déclaration de septembre 2012 :

« Dans l'état actuel de nos connaissances, personne ne peut affirmer que l'exploitation des gaz et huiles de schistes par fracturation hydraulique, seule technique aujourd'hui connue, est exempte de risques lourds pour la santé et l'environnement. »

Et c'est dans cette logique de « précaution » qu'il fut prévu de créer une « Commission nationale d'orientation, de suivi et d'évaluation des techniques d'exploration et d'exploitation des hydrocarbures liquides et gazeux ». Pour autant, cette commission n'a jamais été établie et l'interdiction d'exploration et d'exploitation par fracturation hydraulique subsiste donc à ce jour.

En conclusion on peut retenir de la gestion des risques liés aux hydrocarbures non conventionnels :

- Que le débat qui a eu lieu et qui se poursuit aujourd'hui est désordonné et déséquilibré, avec toutes les caractéristiques passionnelles qui biaisent la bonne information, tant du public que des autorités,
- Que le Principe de Précaution a été utilisé à tort pour couper court – au moins provisoirement – au débat (il eut mieux valu justifier le choix politique par d'autres considérations),
- Que la démarche de précaution invoquée, consistant à saisir une commission d'expertise, n'a même pas été suivie d'effet.

Dans ce dossier des hydrocarbures conventionnels, on peut donc considérer que le Principe de Précaution a indûment servi de prétexte à la décision, sans pour autant être appliqué puisqu'aucune expertise n'a finalement été mandatée. Il en résulte bien sûr un certain sentiment de frustration chez les « perdants » du débat, et plus largement une incompréhension encore plus grande de ce qu'est – ou devrait être – le Principe de Précaution.

Les nanomatériaux

C'est à la fin des années 1990 qu'apparaissent les premiers développements technologiques qui ont permis une forte diversification des applications industrielles des nanomatériaux.

⁴⁰ Exploration sismique et procédés nouveaux d'exploitation visant à réduire la consommation d'eau et de produits chimiques

⁴¹ La production française de pétrole brut ne représente que 1% des besoins et la production de gaz moins de 0,5%

⁴² Etats-Unis, mais aussi Allemagne, Royaume-Uni ou encore Pays-Bas ...

⁴³ Cette technique est pratiquée depuis une cinquantaine d'années dans le monde et en France, en géothermie, pour l'exploitation de gisements salins et même pour l'extraction d'hydrocarbures (y compris dans le bassin parisien)



Ceux-ci sont désormais présents dans de très nombreux produits ou objets de la vie courante (cosmétiques, textiles, aliments, peintures, encre, colles, pneumatiques, pare-chocs, phares, batteries, vitres autonettoyantes, films alimentaires, raquettes de tennis, écrans souples etc.) ou dans les activités industrielles et médicales (conducteurs électriques, composants électroniques et optoélectroniques, matériaux structuraux, aérogels pour l'isolation thermique, implants, administration de médicaments, etc.).

La prise de conscience du risque « nano » date du début des années 2000. La difficulté principale de l'étude des effets des nanomatériaux sur la santé et l'environnement vient du fait de la très grande diversité des nanomatériaux aux propriétés toxiques et écotoxiques différentes. De plus, sous le même nom chimique d'une substance, il peut exister plusieurs formes nanométriques différentes, donc des toxicités différentes. Enfin, l'exposition aux nanomatériaux varie selon la phase de leur cycle de vie, depuis la fabrication, l'utilisation, jusqu'à la mise en décharge ou au recyclage. A ces difficultés, il faut ajouter l'absence de consensus international quant à une définition et une terminologie commune des nanomatériaux, ainsi que l'absence de protocoles standards pour les tests de toxicologie et d'éco toxicologie.

Face à la complexité du problème de l'impact des nanomatériaux sur la santé et l'environnement, on ne peut que saluer l'importance de la mobilisation des scientifiques et des autorités publiques en France, en Europe et à l'échelle internationale. Les principaux laboratoires publics français coopèrent étroitement à tous ces travaux (CEA, CNRS, INERIS, INRS, INSERM, InVS ...) en collaboration avec leurs homologues étrangers. L'ANSES joue un rôle particulier de veille scientifique (grâce à une équipe dédiée et pérenne) et de coordination au travers de son Réseau R31 (inscrit à l'article R1313-1 du Code de la santé publique) qui regroupe une grande variété d'établissements et d'agences de recherche. De plus, l'ANSES conduit le Programme national de recherche « environnement-santé-travail » (PNREST), outil privilégié de développement des connaissances et d'évaluation des risques sanitaires en appui aux politiques publiques, qui traite notamment des risques liés aux nanoparticules. Parmi la multitude de rapports déjà parus sur le sujet, on pourrait citer par exemple le rapport britannique de 2004 qui recommande explicitement l'application du principe de précaution, tout comme le rapport du Comité de la Prévention et de la Précaution (CPP) en 2006, suivi par celui de l'Agence française de sécurité sanitaire et de l'environnement au travail.

S'agissant de l'implication des autorités publiques, on peut citer entre autres l'action de la Commission européenne, qui a lancé en 2005 un Plan stratégique européen pour améliorer les connaissances sur les risques, les usages et les impacts des nanotechnologies. En 2008, elle a publié un code de conduite sur le sujet et elle a mis en place le nouvel Observatoire européen des nanotechnologies, qui s'appuie en France sur l'Observatoire des micro et nanotechnologies (OMNT), lancé en 2005 par le CEA et le CNRS, ainsi que sur le Laboratoire des recherches sur les sciences de la matière (LARSIM), premier laboratoire du CEA dédié à la philosophie des sciences.

Sur le fond, les recherches portent autant sur les sources de dommages que représentent chacun des nanomatériaux (sur le marché ou en développement), que sur les différents modes d'exposition de l'homme et de l'environnement à ces nanomatériaux, tout au long de leur durée de vie. L'état des connaissances a déjà permis, pour certains nanomatériaux, de proposer une réelle démarche de prévention et/ou de précaution selon le niveau de connaissance du danger et de l'exposition. A titre d'exemple, le « control banding », est un instrument qui permet de gérer les risques de manière graduée en classant chaque nano matériau dans des bandes de maîtrise des risques, définies selon les dangers plausibles ou confirmés du nanomatériau considéré d'une part, et selon les niveaux d'exposition estimés d'autre part. Cette méthode est plus particulièrement utile dans les environnements professionnels où sont fabriqués ou utilisés les nanomatériaux. Par ailleurs, afin de réduire les incertitudes scientifiques sur l'exposition du grand public, la France a décidé d'instaurer un dispositif de déclaration obligatoire des substances à l'état nanoparticulaire, fabriquées, importées et/ou



distribuées. Ce dispositif, en vigueur depuis le 1^{er} janvier 2013, permet de mieux connaître la nature, le volume et les usages des substances mises sur le marché national, de disposer d'une traçabilité des filières d'utilisation et de collecter auprès des déclarants les informations disponibles sur la toxicité et l'écotoxicité de ces substances. Cette base de données permet d'ores et déjà d'affiner les mesures de gestion des risques, et de servir de base à l'information des travailleurs et du public.

En conclusion, on peut dire que le sujet des nanomatériaux se caractérise :

- Par un débat public relativement peu animé, en regard des débats sur d'autres sujets, beaucoup plus « bruyants ». On peut raisonnablement penser que ceci provient principalement du fait que les expertises publiques et les autorités, nationales et internationales, se sont emparées précocement du sujet et s'y investissent pleinement, chacune dans son rôle,
- Par la mise en place de mesures étroitement liées à l'état de connaissances et à ses évolutions : même si elles ne disent pas explicitement leur nom, ces mesures relèvent tantôt de la prévention et tantôt de la précaution selon le niveau des incertitudes scientifiques. Cette démarche catalyse la recherche sur les risques, tout en accompagnant sans les entraver inutilement les activités de conception, de fabrication, ainsi que l'usage et la fin de vie ou le recyclage des nanomatériaux,
- Par le caractère pluridisciplinaire – y compris éthique - des travaux de recherche et d'expertise, en lien avec les parties prenantes (industriels, ONG, etc.).

La démarche conjointe de prévention et de précaution établie pour les nanomatériaux nous semble donc vertueuse sur le fond, même s'il reste difficile d'en appréhender le formalisme et les structures, du fait du nombre considérable des acteurs – scientifiques et politiques - et des travaux en cours.

2- Exemples

Citons pour terminer l'avis de l'Académie des Technologies et de Maurice Tubiana

L'Académie des technologies :

«... le principe de précaution est souvent incompris, [il] existe des confusions nombreuses, en particulier avec la notion de prévention ...» D'où l'importance d'un référentiel de définitions clair et complet, qu'on s'emploie à respecter scrupuleusement dans la rédaction des textes.

L'étude de Maurice Tubiana :

« Le principe de précaution [...] ne considère en effet que les risques et ne prend pas en compte les avantages [...] Par ailleurs aucune loi n'a été prévue pour l'application de ce principe de précaution. » On a vu en effet qu'on ne saurait estimer le seuil d'acceptabilité social ou économique sans considérer « les avantages », notion indissociable de celle du principe de précaution. Par ailleurs, on a essayé de montrer qu'il est quasiment impossible de s'affranchir de textes d'application, visant à expliciter et à quantifier autant que possible, sauf à laisser la porte ouverte à toutes les interprétations déviantes et idéologiques d'un texte de portée générale. Par ailleurs, M. Tubiana remarque de façon très juste que l'excès de « précautionnisme », loin de rassurer, accroît l'anxiété et a un « effet négatif sur la recherche ». Cette remarque étaye, si besoin, la nécessité d'éviter les surenchères, en faisant preuve de plus de rigueur « scientifique » dans l'élaboration des concepts, leurs définitions et leur respect dans les textes qui en découlent.



Références bibliographiques

- Loi Constitutionnelle 2005-205
- Projet de loi 2033 du 13 juin 2014
- Projet de loi 2293 du 14 octobre 2014
- Les OGM : Pourquoi la France n'en cultive plus ? Bernard Le Buanec- Mines Paritech
- Académie des Technologies : 10 questions à Bernard Le Buanec sur les OGM- EDP Sciences
- Guide 51 ISO/CEI : 2014
- JDD 16 juin 2009
- ANSES : Evaluations des risques liés aux nanomatériaux 15mai 2014
- ANSES : Radiofréquences et santé : 15 octobre 2013
- FMDS : Approches probabilistes et Risques Industriels : F Brissaud
- COMEST : Le Principe de Précaution : mars 2005
- Agence Européenne pour l'Environnement : Environment Report Issue n° 22 :2001
- JORF n° 136 du 14 juin 2006 : loi 2006-686
- Décret n°2002-460 du 4 avril 2002modifié par le décret 2007-1582 du 7 novembre 2007
- OPECST : Rapport sur le Principe de Précaution : bilan de son application : 1 octobre 2009
- Assemblée Nationale : Compte rendu de la séance du 23 janvier 2014
- Loi 2013-316
- Conférence des Nations-Unis sur l'environnement et le développement : Principes : 15 juin 1992
- Loi 95-101 du 2 février 1995
- Décret 2014-1628du 26 décembre 2014 et 2014-1629
- Code de l'Environnement
- Règlement Européen n°1907/2006 du 18 décembre 2006
- Décision du Conseil d'Etat du 1 aout 2013 annulant l'arrêté du 16 mars 2012
- La Lettre de l'IRSN n°110 de février 2016



Ont collaboré à la rédaction de ces propositions

Philippe Deltombes
Premier Vice-Président
IESF
Animateur du groupe de travail



François Blin
Ex Délégué Général IESF



Edwige Bonnevie
Ingénieure Générale de l'Armement et
Membre de l'Académie des Technologies



Alain Bravo
Membre de
l'Académie des Technologies



Florent Brissaud
Docteur en Sûreté de Fonctionnement

Michel Bruder
Président du Comité Environnement
IESF



Catherine Gabay
Directrice aux Affaires Réglementaires
et Institutionnelles
FREE MOBILE



Yves Ignazi
Consultant

Xavier Jarry
Général de Corps d'Armée Aérienne 2S,
Conseiller
CEA-DAM

Jean Pascal Simard
Directeur
Vermilion Energy



Un engagement plus fort des ingénieurs et des scientifiques dans le débat public



Un engagement plus fort des ingénieurs et des scientifiques dans le débat public

Permettre une présence significative des ingénieurs & scientifiques dans les instances de dialogue et de concertation de l'Etat pour y apporter explicitement la dimension scientifique.
Inciter les ingénieurs et scientifiques à prendre des engagements citoyens via les élections. Identifier les dispositions à mettre en place pour faciliter cet engagement.



**RENDEZ-VOUS
EN 2017**



« *Les Français et le renouveau de la vie politique en France.* »

Pour renouveler en profondeur la vie politique en France :

- 90% des Français estiment qu'il faudrait y intégrer davantage de personnes ayant travaillé en entreprise
- 83% des Français pensent qu'il faudrait y intégrer plus de personnes d'origine sociale modeste
- 82% des Français considèrent qu'il faudrait y intégrer plus de femmes.

Sondage "Le rapprochement des Français à la politique", Harris Interactive pour Nous Citoyens, 04/2016.



Table des matières

1 Pourquoi un engagement accru des ingénieurs et des scientifiques ?	64
1.1. Les problématiques	64
1.2. L'état d'urgence	65
1.3. L'apport de compétences (dans le cas des collectivités locales)	65
La conduite des projets	66
La direction générale	66
La fonction d' élu local	67
2 La réalité de la présence des ingénieurs et scientifiques dans les mandats électifs (hors secteur médical)	67
2.1.1 Parlement européen	68
2.1.2 Parlement français	68
2.1.3. Mairies et direction générales des services (DGS)	68
2.2 Les ingénieurs et l'engagement citoyen	68
2.3 Les freins à l'engagement	70
3 Dans quelles enceintes pourrait-on considérer une présence renforcée des ingénieurs et des scientifiques	71
3.1 Les collectivités locales	71
3.2 Les syndicats professionnels	71
4 Les conseils municipaux et les maires : comment inciter les ingénieurs et scientifiques à s'y investir	72
5 L'expérience de la convention Michelin	73
6 L'engagement des ingénieurs et des scientifiques dans les politiques publiques	74
7 Les propositions	76
7.1 Le contexte, le potentiel d'engagement des ingénieurs et scientifiques	76
8 Conclusion : objectifs et perspectives	80
Ont collaboré à la rédaction de ses propositions	81
ANNEXE 1	83
ANNEXE 2	85
ANNEXE 3	87
ANNEXE 4	91



1 Pourquoi un engagement accru des ingénieurs et des scientifiques ?

1.1. Les problématiques

D'un côté le sondage Harris cité plus haut montre clairement l'intérêt des Français pour un renouvellement de la classe politique avec notamment des personnes ayant une expérience en entreprise, mais de l'autre, le journal Le Monde dans un article du 17 mars 2016 détaille les verrous du système politique (français ?) sans parler du probable manque de candidatures ayant ce profil.

Le Monde

La professionnalisation des politiques, un verrou français ¹

Avant d'en arriver à des propositions, il nous semble bon de revenir sur l'importance de la science et de la technologie et de l'intérêt voire de l'urgence d'un engagement citoyen pour celles et ceux qui y seraient prêts.

La mondialisation implique une spécialisation par pays, et une montée en gamme, sans laquelle on aboutit à une société « en sablier » avec une part croissante d'exclus et une moindre gouvernabilité. Cette montée en gamme suppose une plus grande maîtrise de la science et des technologies, accompagnée d'un développement substantiel du développement des compétences comportementales ².

Certes, dans les déséquilibres qui affectent le pays, le solde commercial est critique, et les déficits budgétaires en sont la conséquence, ce qui plaide pour mettre des forces vives, dont les ingénieurs, au front de la compétition dans les entreprises. Mais le rôle des collectivités publiques et de l'Etat est néanmoins crucial et s'ils sont mal orientés, alors les efforts conduits dans les entreprises sont moins efficaces, ou bien se passent en dehors du territoire. Un pays qui recycle par voie publique 57% de sa valeur ajoutée doit faire des efforts pour une meilleure efficacité. Il s'agit de systèmes complexes que les ingénieurs sont particulièrement capables de les maîtriser, ce qui fait encore la force de notre industrie d'aujourd'hui.

Tout ceci peut se résumer avec les constats suivants :

- La représentativité nationale ne reflète pas la réalité socio-professionnelle de notre pays (seulement 16,3% des parlementaires ont une réelle expérience du secteur privé).
- Il y a une profonde déconnexion entre le monde politique et le monde de l'entreprise et de l'industrie.
- Les structures, procédures et réglementations sont lourdes, complexes et contraignantes, elles tendent à scléroser de plus en plus nos institutions qui sont au bord de la paralysie.
- Le salarié du privé hésite à se présenter à une élection et à faire un mandat d'élu, face à son employeur, à son activité et à l'évolution de sa carrière professionnelle.

¹ Anne Chemin Le Monde 17 mars 2016

² Cahier Blanc IESF « Réussir le futur : jouons collectif » proposition n°3 octobre 2015



- Il est peu connu que les responsables d'entreprises importantes souhaitent en réalité une plus grande implication de leurs salariés et sont prêts à aider et favoriser leur engagement. Un cercle d'excellence RH a été créé en vue de promouvoir l'engagement citoyen des entreprises. Ce cercle est constitué de 85 membres actifs au plus haut niveau et de 48 membres d'honneur correspondant à des personnalités leader d'opinion, il a permis la réalisation d'un manifeste avec 18 propositions, destiné à engager des réformes.
- La multitude et la variété des activités d'élus sont assez méconnues et pourtant elles sont diverses et passionnantes.
- Les évolutions technologiques qui doivent assurer le développement du pays et le bien-être des populations dépendent bien souvent de l'ingéniosité des ingénieurs, et pourtant ils ne sont pas « aux commandes » et aux centres des décisions.

1.2. L'état d'urgence

Il y a urgence : la révolution numérique bouleverse beaucoup d'équilibres, et sa mise en œuvre suppose non seulement de l'expertise mais également une approche de chercheur et d'ingénieur pour en tirer tous les bénéfices, le plus rapidement possible avant nos concurrents.

Il en va de même des changements majeurs dans l'énergie, l'environnement, dans la santé pour ne citer que quelques domaines très techniques.

1.3. L'apport de compétences (dans le cas des collectivités locales) ³

L'ingénieur apporte, dans sa participation à l'équipe dirigeante (ou d'opposition) d'une commune, toute sa compétence et son expérience dans l'appréhension des problématiques mariant les aspects sociaux, techniques, économiques, réglementaires et ses talents dans la gestion du travail en équipe, dans un contexte d'ouverture et de rigueur. L'action politique associée l'engage dans les aspects de communication et de relation qui ne sont pas si différents de l'action marketing et commerciale d'une activité économique d'entreprise. Et il n'est pas obligé de laisser au vestiaire sa rigueur et son honnêteté...

Les interactions avec le député de la circonscription, les conseillers régionaux, les conseillers départementaux et les sénateurs du département pourront amener l'ingénieur alors engagé dans l'action publique à tenter de s'impliquer dans ces niveaux territoriaux ou national, sans oublier le niveau européen.

On distinguera trois types de missions possibles pour les ingénieurs dans les collectivités locales :

- La conduite des projets sur un plan opérationnel,
- La direction générale en tant que salarié d'une collectivité territoriale,
- La fonction d' élu.

³ Par collectivités locales on entend les mairies, les syndicats intercommunaux ou mixtes, les communautés de communes, d'agglomération, urbaines, les métropoles, les conseils départementaux et les conseils régionaux. C'est dans les collectivités locales que se trouve 1,8 million de personnels, soit un tiers des emplois publics, et que s'y investissent 70 milliards d'euros soit presque xx% du budget d'équipement public de l'état

De la même façon la fonction publique hospitalière, qui accueille 1,14 million de personnels, soit 21% de l'emploi public a besoin d'ingénieurs pour la conduite des projets techniques, grands chantiers de construction ou de rénovation d'hôpitaux sans compter la gestion de nombreuses fonctions, hors secteur médical bien sûr. On n'a pas pris en compte les sociétés d'économie mixte dans ce décompte bien que l'essentiel du propos s'y applique.



La conduite des projets

La maîtrise d'ouvrage d'un grand projet de bâtiment public, d'équipement comme de service à créer, exige de savoir :

- Bien appréhender le réel besoin de la collectivité en éclairant utilement le choix des élus sur la façon de consulter (quel type d'appel d'offres, quelle fonctionnalité indispensable, quelles options retenir compte tenu de leur coût estimé, ...),
- Bien analyser les offres reçues et proposer le meilleur choix en toute objectivité et neutralité quitte à relancer la consultation sous une autre forme si cela apparaît nécessaire à ce stade,
- Bien contrôler l'exécution des travaux et gérer les inévitables aléas,
- Assurer la mise en service et la correction des défauts de jeunesse ou des imperfections au plus vite.

Toutes ces opérations de conduite de projets petits ou grands sont normalement maîtrisées par un ingénieur digne de ce titre et convenablement formé.

Il y a donc dans les collectivités des opportunités considérables pour les ingénieurs de réaliser des projets, de faire des choses en les dirigeant et les pilotant pour ceux qui veulent s'y investir.

Pour une collectivité, un ingénieur compétent, bien recruté et dont on gère bien la carrière est une source d'efficacité et d'économies importantes ; elle peut en effet se passer de multiples consultants, souvent beaucoup plus chers et dont le fait qu'ils soient extérieurs n'accélère pas le déroulement du programme (même si leur positionnement peut s'avérer bénéfique, parfois même déterminant) et surtout faire le bon choix plus rapidement et plus sûrement.

Il y a toutefois une nécessité de tirer habilement vers le haut le niveau cadre de la fonction publique territoriale notamment par un recrutement extérieur justement rémunéré (ce qui est possible) ou une promotion interne bien sélectionnée et bénéficiant d'une formation continue appropriée (en clair éviter qu'au sein des commissions administratives paritaires un local de l'étape bien connu ou bien-pensant ne soit trop facilement promu par rapport à ce qui est attendu de lui).

Un bon ingénieur est quelqu'un que les techniciens (qui représentent la moitié des personnels) respectent, à qui l'on fait souvent confiance -à lui de savoir la conserver.

La direction générale

C'est le domaine le plus passionnant pour un cadre car il permet de voir l'ensemble des métiers et des missions d'une collectivité et donc tous les aspects de la vie quotidienne : crèche, école, collège, lycée, construction des bâtiments communaux, de la voirie, des espaces publics, le secteur social, la finance, le juridique, les ressources humaines, l'état civil, le sport, la culture, la sécurité, la police municipale, le transport, la propreté, l'environnement, la gestion des fluides...

Cette fonction de chef d'orchestre est passionnante et l'ingénieur qui par essence maîtrise bien les métiers techniques, a plus de capacités à superviser les autres fonctions (juridique, finances, ressources humaines) qu'un administratif qui aura le plus souvent un déficit de compétence et d'autorité par rapport à ses techniciens.



Pourquoi ?

- De par sa formation qui a embrassé diverses disciplines et raisonnements aux approches différentes (on ne résout pas un problème de biologie, de chimie comme un problème de mathématiques appliquées, de géométrie ou d'analyse),
- De par son expérience de la conduite des projets qui lui a appris à gérer les objectifs, les coûts, les délais, les aléas et à être confronté aux difficultés juridiques inévitables.

Il y a aussi une part de prise de risque à ce niveau de responsabilité qu'un ingénieur peut mieux assumer parce qu'il en a le goût et la raison nécessaires.

Toutefois, à côté de ces qualités, un directeur général des services doit savoir composer avec le mode de fonctionnement matriciel des collectivités (hiérarchie administrative et délégation politique des élus qui ont une forme d'autorité sur les directions ou services, cette autorité étant elle-même variable selon leur équation personnelle et leur poids politique du moment).

Un ingénieur directeur général des services doit aussi savoir vendre ses projets à ses élus et aux citoyens et s'affranchir d'une « perfectionnisme » technique qui est tout aussi inutile qu'impossible financièrement de nos jours.

Par ses capacités de synthèse, son expérience et sa maîtrise des sujets techniques, un directeur général des services ingénieur peut être un excellent conseil du pouvoir politique et un manager rigoureux et respecté.

La fonction d' élu local

Pour un ingénieur, s'investir dans la fonction d' élu peut être intéressant et passionnant sur le plan personnel comme utile à la collectivité dans au moins deux cas :

- En tant qu' élu, patron de sa collectivité ou disposant de vraies et fortes délégations ; on rejoint le manager et les qualités développées plus haut. Le fait d'être en position de décision donne de grandes marges de manœuvre et le maire ou le président ingénieur est à la tête d'une entreprise dont le quotidien est tout aussi passionnant, excitant et porteur de satisfactions que prenant, contraignant sur le plan personnel et la vie privée (a fortiori professionnelle),
- Un autre apport des ingénieurs aux élus peut être, à l'inverse, celui d'expert, de sage, de conseil avisé lors des choix que la collectivité doit assumer quitte à déplaire ou modérer certaines ambitions ; celui qui apporte des solutions par son approche originale des problèmes ou qui évite des catastrophes. Ces responsabilités s'accommodent mieux d'un investissement en temps moindre et donc d'une carrière professionnelle en parallèle.

2 La réalité de la présence des ingénieurs et scientifiques dans les mandats électifs (hors secteur médical)

Le but de cette partie est de donner quelques indications chiffrées sur la présence des ingénieurs dans différents mandats électifs sans en tirer de conclusions sur l'intérêt qu'il y aurait à en avoir plus ou moins. Tous les chiffres cités concernent les parlements actuellement en fonction et sont tirées de leurs sites.



2.1.1 Parlement européen

Il y a 55 députés au parlement européen ayant une formation d'ingénieur déclarée sur 757 membres soit 7,3% du total. Sur ces 55, seulement une Française, polytechnicienne et ingénieur de l'Armement alors qu'on trouve 11 Allemands par exemple.

2.1.2 Parlement français

Nous avons recensé 26 députés et 13 sénateurs ce qui représente une proportion totale de 4,2% voisine de la proportion d'ingénieurs dans la population active française. Mais si l'on observe que la plupart des élus de ces chambres sont des cadres, il faudrait rapprocher ces 4,2% de la proportion d'ingénieurs (sans compter les autres scientifiques) qui est de 20% de la population cadre française.

Pour mémoire, on relève 59 enseignants et 108 fonctionnaires et seulement 16 chefs d'entreprise, tout ceci pour des raisons assez évidentes qu'il est nécessaire de corriger. C'est l'objet de cette réflexion pour ce qui concerne les ingénieurs et scientifiques.

2.1.3. Mairies et direction générales des services (DGS)

Bien que ce ne soit pas des mandats électifs, on a vu plus haut que les directions générales des services étaient des postes pluridisciplinaires et managériaux très importants dans les collectivités territoriales et proches des élus. Aujourd'hui 7% des postes de directeurs des services (hors directeurs généraux des services techniques) sont tenus par des ingénieurs, essentiellement des fonctionnaires issus des corps d'ingénieurs nationaux ou territoriaux.

En ce qui concerne les maires, on constate que la proportion de chefs d'entreprise est passée de 10 à 5% en 15 ans, par contre les salariés du privé représentent 15% (sans possibilité de différencier la nature de leur expertise) et, bien entendu, les retraités sont majoritaires avec 30% sans possibilité non plus de connaître leur expérience.

L'on constate de plus une surreprésentation des fonctionnaires parmi les élus⁴

	Population active	Assemblée Nationale	Maires
Fonctionnaires	24 %	37%	15,7 %
(dont enseignants)	4 %	15 %	n/a
Ingénieurs	4 %	3 %	1,2 %

2.2 Les ingénieurs et l'engagement citoyen

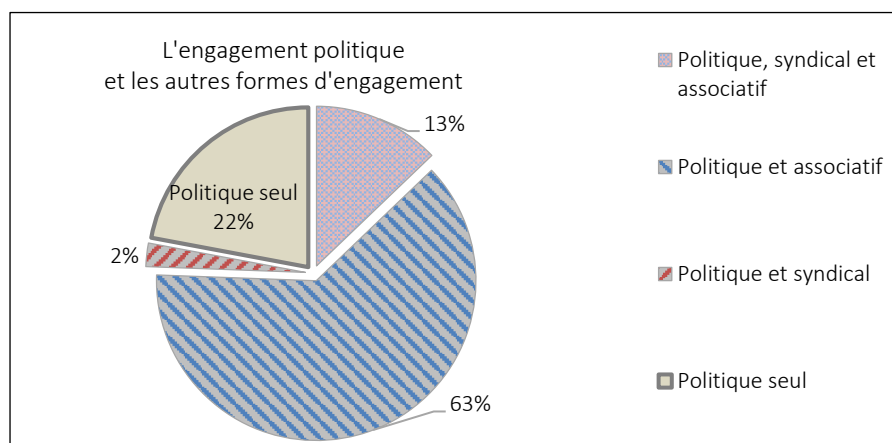
Avant de voir s'il y a lieu d'inciter les ingénieurs à s'engager dans ces voies et comment le faire, nous présentons quelques résultats d'une enquête faite en mars et avril 2016⁵ et à laquelle 55 000 ingénieurs ont répondu.

Un premier constat encourageant : 33% des répondants ont un engagement de type associatif, syndical et/ou politique ce pourcentage montant à 66% pour les retraités. Beaucoup plus modeste, seulement 2,4% ont un engagement politique dont 50% avec mandat électif soit près de 400 personnes (sur 40 000 personnes ayant répondu à ces questions).

⁴ Sources : Insee, Assemblée nationale, Ministère de l'intérieur

⁵ Enquête 2016 réalisée par IESF www.iesf.fr





Quelques autres enseignements :

- La motivation principale de l'engagement politique est pour 50% de mettre à disposition des concitoyens une expérience d'entreprise,
- Le temps passé est de une journée par semaine ou moins pour 80% d'entre eux,
- Ce que l'ingénieur apporte (pour les répondants) : 67% la conduite de projet, 62% le travail en équipe, 47% la gestion budgétaire et par objectifs (choix multiples),
- Et ce qu'il gagne : pour 66% la pratique de processus de décision différents et pour 57% une ouverture aux questions sociales.

Ingénieurs ayant un engagement en politique

Quelles sont les raisons principales de votre engagement ?

La mise à disposition de mes concitoyens d'une expérience en entreprise	53%
Un choix politique	35%
Pour acquérir une autre expérience	33%
Le prolongement d'un engagement associatif	28%
Autre	8%

Réponses multiples, la somme est supérieure à 100%

Quelle compétence pensez-vous avoir apporté en tant qu'ingénieur ?

La conduite de projet	68%
Le travail en équipe	62%
La gestion budgétaire	51%
La gestion par objectifs	45%
Une culture scientifique	40%
La maîtrise des techniques	31%
Autre	5%

Réponses multiples, la somme est supérieure à 100%



En résumé, l'engagement citoyen est une réalité et l'expérience politique est clairement perçue comme gagnante-gagnante au point que 92% des titulaires de mandats électifs sont prêts à encourager dans cette voie et que la moitié d'entre eux sont prêts à s'investir pour apporter leur aide.

- 92% encourageraient un ingénieur à prendre un engagement citoyen.
- 49% seraient prêts à faire du coaching pour un candidat.
- 55% accepteraient de poursuivre la discussion avec IESF.

2.3 Les freins à l'engagement

En poursuivant l'analyse des résultats de l'enquête il ressort que le principal frein perçu est celui de la disponibilité citée par 59% loin devant la question des compétences à 25%, les autres freins comme le risque étant considérés comme négligeables. Dans les propositions, nous tiendrons particulièrement compte de cette perception.

Ingénieurs n'ayant pas d'engagement en politique

Pour quelles raisons n'avez-vous pas envisagé d'engagement politique ?

Vous n'êtes pas intéressé par ce type d'engagement	65%
Pas le temps de participer à une campagne électorale	31%
Vous ne pensez pas avoir les compétences nécessaires	13%
C'est trop risqué	4%
La perte de revenus est trop importante	3%
Votre employeur vous le déconseille	2%

Réponses multiples, la somme est supérieure à 100%

D'une façon plus globale, la question de l'insertion de davantage d'ingénieurs et de scientifiques dans les administrations ou les titulaires de mandats électifs doit prendre en compte d'autres dimensions.

La sociologie de la fonction publique d'Etat : il serait vain de croire qu'on puisse ignorer les autres ressources humaines de niveau A dont dispose l'Etat, et un accroissement dans des domaines où les ingénieurs sont peu présents peut conduire à des doublons difficiles à gérer d'où le besoin d'une réflexion générale sur les modes de recrutements et les profils recherchés. La motivation et l'intérêt pour les ingénieurs de s'investir dans la sphère publique et la question de la reconnaissance du rôle social des ingénieurs travaillant dans le public vs dans le privé semblent réels : les Français accordent selon certains sondages pour 9% leur confiance aux politiques, pour 50, voire 75% leur confiance aux experts et scientifiques, dès lors pourquoi passer d'un statut à l'autre ? Faire reconnaître la légitimité de magistratures techniques, qui pour autant ne soient pas que des technocraties froides et éloignées du public.

Un autre frein à l'engagement est la question des rémunérations, même si ce sujet ne paraît pas déterminant dans l'enquête IESF.



La problématique de la représentation des différentes tranches d'âge, souhaitable dans la représentation publique, pas forcément faisable pour ceux engagés dans la compétition internationale : impliquer des jeunes, tant qu'ils le peuvent, et bénéficier de l'expérience des seniors.

La capacité effective à réduire la complexité des dispositifs dont chacun s'accorde à trouver qu'ils sont trop lourds et lents.

« *Personne ne croit aux experts, mais tout le monde les croit.*

(Propos de O.L. Barenton, confiseur, p.121, Éd. du Tambourinaire, 1962) »

3 Dans quelles enceintes pourrait-on considérer une présence renforcée des ingénieurs et des scientifiques

On a fait figurer en annexe 1 une liste de secteurs et organismes où il y a déjà une forte présence des ingénieurs et scientifiques : l'enseignement supérieur et la recherche, la défense et la sécurité, les équipements, l'environnement, etc.

3.1 Les collectivités locales

On a vu plus haut, au paragraphe 1.3, ce que les ingénieurs et scientifiques pouvaient apporter aux collectivités territoriales, tant dans la direction des établissements que dans les mandats électifs.

3.2 Les syndicats professionnels

L'engagement dans les organismes professionnels est un bon préalable à l'engagement politique et un bon terrain d'expérience. Les groupements professionnels sont nombreux et certains sont très bien structurés. Ils couvrent pour beaucoup d'entre eux le champ de la relation avec tous les acteurs politiques qui est essentiel dans la formation des dirigeants économiques.

La participation active des ingénieurs, soit en tant qu'experts de leur domaine soit en tant que dirigeant d'une activité économique, offre une variété d'expositions et d'expériences de mobilisation en relation avec les pouvoirs publics et les acteurs économiques.

Ces organismes regroupent des acteurs industriels d'un domaine en vue de partager les préoccupations communes et peser dans les choix et priorités de l'action des pouvoirs publics.

Le champ de leurs actions couvre notamment les domaines suivants :

- L'environnement et les paramètres économiques clés, nationaux et internationaux (dont européens),
- Les problématiques sociales,
- Les problématiques règlementaires, fiscales et juridiques.

L'étendue de ces sujets conduit à travailler, au nom d'une profession, en relation avec de nombreux acteurs publics (Région, Etat, Europe) et les élus de ces différents niveaux en charge de ces sujets.



C'est un apprentissage du travail en commission, des exigences de synthèse, de cohérence et de choix de priorités, sur des sujets qui, à partir d'un métier ou d'une profession donnée, retombe sur les questions politiques (en particulier économiques ou sociales) assez larges et du meilleur niveau.

L'accès à des fonctions actives dans ces groupements professionnels résulte tout autant de l'engagement, du volontarisme individuel que de la cooptation par les dirigeants d'une activité industrielle qui doivent avoir le souci d'ouvrir le champ d'expérience à des ingénieurs de leur équipe.

C'est donc par une mobilisation interne aux acteurs économiques que cet apprentissage est accessible.

Au-delà des actions auprès des Groupements professionnels et parfois en complément de ces actions, l'intervention auprès des structures régionales de soutien à l'économie tels que les pôles de compétitivité, les fonds d'investissement régionaux, les SATT (Sociétés d'accompagnement des Transferts de Technologies) conduit à des relations étroites avec les acteurs politiques, parlementaires locaux et nationaux.

4 Les conseils municipaux et les maires : comment inciter les ingénieurs et scientifiques à s'y investir

Nous reprenons ici le témoignage d'un maire (ingénieur).

Conviction n° 1 : il a trop de personnes (ingénieurs ou non), supposées 'experts' largement auto proclamées parce qu'elles ont été reçues à un concours et ont acquis un diplôme (!), qui encombrant les couloirs et bureaux de la fonction publique, pour y jouer bien souvent les mouches du coche, mais surtout (et c'est le pire, car elles sont intelligentes), faire en sorte que les normes, règles, procédures soient toujours de plus en plus compliquées à appliquer par le 'vulgum' qui donc nécessairement devra faire appel à eux (il faut bien que tout le monde vive !) pour s'y retrouver.

- Conclusion de cette conviction : **il ne faut pas pousser les jeunes à entrer dans ces rôles administratifs régulateurs** car ils se perdront et seront perdus pour la vraie création de richesse, celle des usines et des labos, de la production de biens réels, techniques et utiles pour la santé, les conditions de vie, le progrès de l'homme ... La mondialisation est une formidable opportunité dans laquelle les ingénieurs ont toute leur place internationalement et les ingénieurs français sont parmi le mieux formés au monde pour y réussir. Ils doivent y représenter la France en priorité.

Conviction n°2 : le débat public est d'abord un « débat » c'est à dire une capacité à dialoguer (parler, écouter, répondre ... en boucle) faire œuvre de pédagogie, convaincre avec des arguments qui sont « scientifiques » (pour un ingénieur : le discours de la méthode) mais aussi inspirés par une spiritualité (des « principes » ou des « valeurs », comme l'on dit aujourd'hui) non nécessairement « religieuse » même si ce n'est pas interdit d'y faire référence (cf. dialogue Camus Sartre)

- Conclusion de cette conviction : nous ferions déjà avancer les choses si **nous poussions les ingénieurs à parler, en tant que scientifiques, beaucoup plus du « bien public »** (je ne le définis pas ici, ce serait trop long) au lieu de laisser la parole à des personnes qui n'ont que le bagage utopique idéologique et les techniques de la com. moderne apprises à Science Po (comme trop de « professionnels » de la politique aujourd'hui). Message : « Parlez, débattiez à votre niveau, ne laissez pas les 'écologues' vous dicter votre mode de vie ».



Conviction n°3 : tout citoyen, non nécessairement ingénieur, mais les ingénieurs par leurs connaissances de base et leurs outils méthodologiques acquis, devrait participer « un jour et pour un temps » au débat direct et à l'action politique concrète (ce serait une vraie richesse pour le pays si tout un chacun avait une connaissance directe de ce qui se passe dans une commune, dans une mairie et donc dans un conseil municipal...) Pour cela il n'est pas nécessaire de vouloir être maire ! Il suffit d'aller voir le maire de la commune dans laquelle on vit, de lui parler de ce qu'on sait faire et de se montrer disponible (avec 'humilité', ce qui n'est pas nécessairement une qualité acquise par les ingénieurs, même si la méthode scientifique pousse au doute, le résultat du concours pousse à la 'supériorité'). Le maire, pourra bien entendu pousser le jeune à participer à des associations communales, premier pas vers la découverte de ce monde, ou le mettre sur sa liste (la prochaine fois) ou le faire élire dans une partielle ...

- Conclusion de cette conviction : il faut pousser les jeunes, et les moins jeunes, qui auraient un peu de temps à faire de l'entrisme par le bas, par opportunisme, et ainsi apporter une capacité scientifique au sein d'équipes qui n'ont pas eu la chance d'apprendre ces outils et encore moins de les maîtriser (ce pourrait même être un 'devoir' pour les ingénieurs français qui ont reçu un bagage quasiment gratuit de la Nation !).

Conviction n° 4 : Etre maire (d'une petite commune) est un emploi à temps plein, pas à temps partiel, même si on peut conserver des occupations latérales pour se changer les idées et compléter ses émoluments mais surtout pour prendre du recul par rapport à un quotidien très prenant. Aussi, je recommanderais vivement aux ingénieurs en fin de carrière, en préretraite, en vraie retraite, d'essayer de se faire élire même dans une toute petite commune : ils pourront apporter beaucoup. Mais c'est un 'temps plein CDD' car, s'ils ont une vraie conviction d'ingénieur qui veut changer les choses concrètement, ils risquent fort de ne pas être réélus (les personnes ayant souffert du changement, votent ensuite pour le démagogue).

- Conclusion de cette conviction : ne pas pousser les (jeunes) ingénieurs à briguer un poste de premier (Maire) car il y a trop d'inconvénients matériels, et humains, pour lesquels ils ne sont pas préparés à se défendre (sauf s'ils ont une fortune personnelle, une famille déjà dans la politique, des réseaux qui les poussent et les soutiendront dans l'adversité... mais alors ils deviendront des professionnels de la politique avec tous les inconvénients que l'on a vus ailleurs). En revanche pousser les « anciens » à briguer : ils ne se verront pas vieillir !

5 L'expérience de la convention Michelin

Nous nous sommes intéressés au « Manifeste pour l'engagement citoyen des entreprises afin de faciliter l'accès des salariés du privé aux mandats publics et électoraux et pour connecter l'entreprise et le politique »⁶

Le point de départ est la Loi n° 2015-366 du 31 mars 2015 visant à faciliter l'exercice, par les élus locaux, de leur mandat, nouveautés sur le statut de l' élu, qui introduit des dispositions pour faciliter aux salariés d'entreprises l'accès aux mandats électifs.

Le Groupe Michelin s'est engagé dans cette voie en proposant des dispositions plus larges en terme d'évolution du contrat de travail pendant et après l'exercice du mandat. Il nous est apparu intéressant de recueillir les principaux retours d'expérience de Michelin après un an d'application de la loi et la convention. Les thèmes abordés figurent en annexe 2.

⁶ Le Cercle de l'Excellence RH sous la direction d'Edgar Added 2015



Sans aucune ambiguïté et sous l'impulsion de son PDG, Jean-Dominique Sénard, Michelin s'est engagée dans une voie ambitieuse, non partisane, de faciliter les candidatures aux mandats locaux. C'est une démarche qui fait partie intégrante de la Responsabilité Sociale de l'Entreprise. Elle est certainement bénéfique en termes de climat d'entreprise et d'image. Elle contribue également à augmenter l'attractivité des implantations industrielles en France. D'autres entreprises comme ADP, Saint-Gobain, Schneider Electric, Malakoff Médéric se sont également engagées dans cette voie.

La loi précitée constitue un socle suffisant pour agir et il est trop tôt pour en faire le bilan. L'entreprise a les moyens, notamment avec le Compte Epargne Temps (CET) de trouver les solutions à tous les cas. Pour des mandats à plein temps, de maire ou d'élu national, il faut apporter des solutions à l'éventuelle réintégration dans l'entreprise et, dans certains cas, à des rémunérations complémentaires (maires). Là encore, les grandes entreprises ont les moyens de proposer des solutions si elles en ont la volonté. Michelin a déjà signé des accords de réintégration sur 7 ans.

Ceci ne résout pas les difficultés pour un salarié d'une plus petite structure qui ne peut offrir ce genre de facilités et notamment des engagements de réintégration. C'est pourquoi nous proposons de mettre en place un fonds de solidarité pour faciliter notamment les questions de retour après mandat électif. L'action 4 de nos propositions reprend et détaille cette idée.

A terme, l'objectif est de constituer un vivier d'élus susceptibles de briguer des mandats nationaux et ainsi de doubler leur nombre au parlement.

6 L'engagement des ingénieurs et des scientifiques dans les politiques publiques

Comme nous l'avons rappelé plus haut, un certain nombre de domaines font largement appel à l'expertise des ingénieurs et scientifiques. Une liste indicative est donnée dans l'annexe 1.

Nous avons procédé à une analyse rapide des secteurs à fort enjeu économique, dont la complexité est notoirement grandissante avec une composante technique importante. Il en ressort la liste suivante et les observations de cet ordre qui s'y appliquent.

La santé : en particulier sur plusieurs enjeux comme la capacité de traiter via la génomique des maladies de façon beaucoup plus fine, mais éventuellement très coûteuse, requérant des arbitrages sociétaux. Et aussi, sur la dépense publique, si partout où il y a une dépense publique récurrente et des administrations contenant des ingénieurs, il y a de grandes industries et services (Défense, Energie, Numérique, Transports, Eau et déchets). Ce n'est pas tout à fait le cas pour la santé : il y a là un champ à améliorer, notamment via les ARS, la DSS, la direction des hôpitaux, l'APHP, champ qui a déjà progressé au cours des 10 dernières années mais doit être conforté, alors que les flux annuels sont de l'ordre de 20G€.

Les affaires étrangères : (IFRI, CAPs, et éléments propres à la diplomatie relative à la veille scientifique et technique et à sa diffusion, ainsi qu'aux dispositifs veillant à l'attractivité de la France pour les compétences (programme « FUN » pour les universités, par exemple, ou copilotage des travaux sur les matrices de scoring de la France en matière d'enseignement).



L'emploi la formation professionnelle et le dialogue social, en dépit d'une présence certaine dans la recherche en amont. Il y a là un enjeu majeur où l'efficacité des dispositifs existants, avec des flux sur la formation professionnelle de 32G€/an, est clairement améliorable, et ce alors même que chacun s'accorde à penser que les efforts sur l'apprentissage sont insuffisants et surtout soumis à des stops and go qui en garantissent la fragilité, et que la transition numérique appelle à un effort de formation initiale et continue de grande ampleur.

L'éducation nationale : Un temps avec des réformes notables apportées par des personnalités comme Laurent Schwarz. Depuis 2013, un renouveau incluant des ingénieurs, via le haut de la gouvernance (conseil national éducation économie) tendant à rapprocher la culture du MEN de celle des entreprises, tâche de très longue haleine, mais nécessaire. Une présence certaine de scientifiques, moins des ingénieurs et en particulier de ceux qui sont proches des réalités économiques.

La justice : essentiellement pour l'amélioration que peuvent apporter les usages du numérique à l'intelligence du droit, et à la rapidité à rendre la justice.

L'intérieur : essentiellement pour la maîtrise des effectifs de la fonction publique territoriale, mais aussi pour des aspects liés à la sécurité, notamment informatique, et pour la mise en place de la stratégie visant à concentrer le management des affaires publiques locales en un nombre plus restreint de communes, via les intercommunalités.

La culture et la communication : évoluent à grande vitesse avec les technologies de l'information, ce qui peut, là aussi requérir davantage d'expertise scientifique et technique.

Compte tenu de l'importance des enjeux économiques et sociétaux, nous avons choisi d'examiner certains aspects du secteur de la santé à savoir, les politiques publiques, les filières industrielles et les grands établissements hospitaliers.

D'une façon globale, le domaine de la santé représente 12% du PIB du pays⁷ soit 258Mds d'euros en 2014. Dans cette somme la consommation de médicaments et de biens médicaux s'élève à 47,7Mds d'euros toujours en 2014. Outre le poids de ces dépenses sur les finances du pays, l'impact industriel que représentent les 47,7Mds d'euros constitue à lui seul un enjeu important.

Dans ces conditions, on comprend aisément que la médecine du futur soit un des neuf enjeux de la Nouvelle France Industrielle⁸.

Loin de nous la prétention soit de préconiser la mise en place de nouvelles structures telle une agence nationale de Santé mais seulement de réfléchir au levier que représentent les marchés publics pour faciliter l'émergence de champions français dans les nouvelles biotechnologies. Cette réflexion a certainement vocation à se tenir sous l'impulsion du Conseil National Industrie/filière industries et technologies de santé⁹. L'expérience des ingénieurs et scientifiques impliqués dans la conduite des politiques publiques régaliennes telles que sécurité, énergie, environnement, confrontés aux mêmes défis des évolutions technologiques rapides, du coût de celles-ci et de la compétition internationale pourrait constituer un apport fructueux. L'innovation qui prospère dans le croisement des technologies et compétences pourrait s'en trouver renforcée.

⁷ http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=0&ref_id=NATTEF06305

⁸ <http://www.economie.gouv.fr/nouvelle-france-industrielle/medecine-futur#outils>

⁹ <http://www.entreprises.gouv.fr/conseil-national-industrie/la-filiere-industries-et-technologies-sante>



Poursuivant l'analogie avec le monde industriel des domaines non liés au « vivant », les grands hôpitaux sont des établissements où la technologie des équipements, les questions de logistique opérationnelle sont de plus en plus prégnantes en plus de la délivrance de soins qui est leur mission première. Nous suggérons qu'une filière ad hoc soit créée pour l'accès à l'Ecole des Hautes Etudes de Santé Publique (EHESP) de Rennes, filière ouvrirait une voie pour une formation à dominante technologique. Dans un registre différent, mais pour la même finalité de diversification des compétences, la même chose pourrait être préconisée pour l'Ecole Nationale Supérieure de Sécurité Sociale (EN3S).

L'action 6 du paragraphe 7 résume ces réflexions.

7 Les propositions

7.1 Le contexte, le potentiel d'engagement des ingénieurs et scientifiques

Citons **Le Monde** :

« Pour faciliter les allers et retours entre le monde politique et la société civile, beaucoup plaident également en faveur d'une réforme du statut de l' élu afin de susciter de nouvelles vocations notamment dans le monde de l'entreprise. Si les fonctionnaires peuvent en effet s'engager en politique sans mettre en péril leur carrière professionnelle, les salariés du privé se montrent plus hésitants. Prévoir des congés temporaires, accorder des formations, simplifier le retour à l'emploi : entré en vigueur en début d'année 2015, le nouveau statut de l' élu local permettra, par exemple, aux maires des villes de plus de 100 000 habitants de réintégrer leur entreprise à la fin de leur mandat. Il fait cependant l'impasse sur les élus nationaux.

Pour le politiste Bruno Cautrès, il faut aller beaucoup plus loin. « Le débat sur la professionnalisation renvoie à un mal plus profond : une gigantesque crise de défiance envers le monde politique. Pour en venir à bout, l'installation d'une énième commission proposant des réformes d'ingénierie institutionnelle ne suffira pas : il faut créer dans ce pays un grand moment délibératif sur le modèle de ce que propose l'universitaire américain James Fishkin, l'un des théoriciens de la démocratie participative. Les Français sont attachés à la démocratie mais leur insatisfaction envers son fonctionnement est immense. C'est un grand chantier, mais il faut prendre au sérieux la parole des citoyens et répondre à cette demande concernant la qualité de la démocratie.

Anne Chemin, Journaliste au Monde. »



A titre d'illustration citons, parmi plusieurs centaines, deux commentaires tirés de l'enquête IESF de 2016 sur l'engagement citoyen :

- Avoir l'espoir que mon engagement serve réellement aux autres. La politique actuelle n'est qu'une gestion au plus bas niveau, pas toujours pour le bien commun.
- Croire que la politique peut améliorer la vie de mes concitoyens.
- Et, toujours dans cette enquête les principales conditions qui faciliteraient l'engagement citoyen citées sont les suivantes :

Qu'est-ce qui vous aiderait à vous engager ?

Des facilités de temps pour participer à une campagne électorale	44%
La possibilité d'avoir un temps partiel pendant le mandat	37%
Du coaching par quelqu'un qui l'a déjà fait	31%
Une aide au reclassement en fin de mandat	31%
Le maintien de l'ancienneté pendant le mandat	29%
Un réseau des ingénieurs et scientifiques élus	29%
Un dispositif spécifique pour les cotisations de retraite	25%
Une formation spécifique	23%
Un congé sabbatique de la durée du mandat	21%
Autre	9%

Réponses multiples, la somme est supérieure à 100%

Et les accompagnements souhaités :

Quelles mesures d'accompagnement recommanderiez-vous ?

Des facilités pour un travail à temps partiel durant le mandat	72%
L'élaboration d'une charte du « salarié citoyen »	53%
Une formation spécifique à la vie politique	51%
Un accompagnement spécifique au reclassement après une défaite électorale	46%
Des règles pour gérer les éventuels conflits d'intérêt	43%
Une RTT pour campagne électorale	40%
Un congé sabbatique de longue durée (5 ans par exemple)	34%
Autre	4%

A partir de cela, nous avons élaboré des propositions de plusieurs ordres, la priorité nous semblant que les ingénieurs et scientifiques apportent leurs compétences et s'engagent dans les collectivités territoriales.

Il pourrait éventuellement être utile, dans un temps ultérieur, de traduire l'engagement des ingénieurs et des scientifiques via leurs associations et IESF qui les fédère, dans un texte de décret dont un projet très préliminaire est joint en annexe 3.



Action 1 : Inciter les ingénieurs et scientifiques à s'engager dans la vie associative dès le début de la vie professionnelle

Description : la pratique de l'action associative, et ultérieurement des syndicats professionnels est une excellente formation pour pouvoir éventuellement envisager plus tard un engagement politique et la candidature à un mandat électif. A ce jour, 33% des ingénieurs déclarent un engagement de ce type, pourcentage qui varie de 26 à 66% selon les tranches d'âge.

Comment, par qui, faire adopter l'idée : action via IESF et les associations auprès de la communauté.

Objectif : 50% d'engagement en début de vie professionnelle.

Bénéfice de l'idée : davantage de bénévoles à formation scientifique au service des citoyens et formation des intéressés.

Coûts et désavantages de l'idée : aucuns.

Mesures de compensation des impacts négatifs de l'idée : pas nécessaires.

Difficultés de mise en œuvre : développer des contacts auprès des jeunes diplômés, organiser les partages d'expérience.

Action 2 : Inciter les ingénieurs et scientifiques à être candidats aux élections municipales

Description : inciter et aider les ingénieurs et scientifiques à être candidats aux élections municipales (et locales en général) en organisant un coaching voire une formation spécifique.

Comment, par qui, faire adopter l'idée : les associations membres d'IESF et notamment les IESF régionales.

Objectif : au moins 10% de la population d'ingénieurs candidats aux prochaines élections municipales pour arriver à plusieurs dizaines de milliers d'élus (sur plus de 500 000).

Bénéfice de l'idée : apports de compétences aux conseils municipaux, élargissements des compétences des intéressés.

Coûts et désavantages de l'idée : recensement, coaching et formation des candidats.

Mesure de compensation des impacts négatifs de l'idée : aucune.

Difficultés de mise en œuvre : identifier les personnes intéressées, organiser le coaching (base potentielle d'une centaine de personnes) sur une base régionale.

Action 3 : Inciter les ingénieurs et scientifiques à être candidats aux élections parlementaires et à participer au débat national

Description : inciter et aider les ingénieurs et scientifiques employés dans le secteur privé à être candidats aux élections législatives, en leur permettant de prendre un congé sabbatique de la durée de leur mandat, en retrouvant leur poste dans le secteur privé après leur mandat, dans leur entreprise initiale, ou un poste équivalent dans une autre entreprise.

Comment, par qui, faire adopter l'idée : les associations membres d'IESF et notamment les IESF régionales, trouver des postes dans les entreprises privées qui bénéficient de l'apport d'un ingénieur ou scientifique ayant exercé un mandat électoral.

Objectif : doubler le pourcentage d'élus nationaux ingénieurs et scientifiques, de 4 à 8%.

Bénéfice de l'idée : apports de compétences aux Assemblées : connaissance des marchés mondiaux, des contacts avec les citoyens du Monde entier.

Coûts et désavantages de l'idée : peu réaliste pour les petites entreprises, valoriser l'engagement civique de la société si celle-ci apporte une aide.

Mesure de compensation des impacts négatifs de l'idée : fonds de garantie, voir action 4.

Difficultés de mise en œuvre : identifier les personnes intéressées, organiser le coaching, solliciter les compétences des seniors.



Action 4 : Aménagements de la loi 2015-366 du 31-3-2015 visant à faciliter l'exercice, par les élus locaux, de leur mandat

Description : Renforcer les dispositions sur l'utilisation de RTT pour les campagnes, l'aménagement de temps partiel pendant le mandat, la suspension du contrat pendant le mandat (cas des PME/ETI), la valorisation des acquis de l'expérience pour le titre d'ingénieur (VAE), création d'un fonds de garantie (par cotisation des élus et des organisations professionnelles).

Comment, par qui, faire adopter l'idée : obtenir le soutien du MEDEF, de la CGPME et de quelques organisations professionnelles, identifier des députés pour élaborer une proposition de loi, soutien des entreprises qui ont mis en place des conventions spécifiques.

Bénéfice de l'idée : encourager l'engagement citoyen des ingénieurs et scientifiques (et des salariés).

Objectif : disposer d'un ensemble de dispositifs pour les élections municipales de 2020 et législatives de 2022.

Coûts et désavantages de l'idée : mise en place du fonds de garantie, la suspension du contrat est difficile voire impossible pour une petite entreprise.

Mesures de compensation des impacts négatifs de l'idée : fonds de garantie au niveau des branches professionnelles ou des syndicats professionnels.

Difficultés de mise en œuvre : modification d'une loi récente, se concentrer d'abord sur le bilan de la loi actuelle et des conventions mises en place.

Action 5 : Inciter les ingénieurs à se porter candidats aux postes de DGS et aux postes de haut niveau dans la fonction hospitalière territoriale

Description : les postes de direction générale des services (DGS) sont des postes pluridisciplinaires et en prise directe avec les responsables politiques. Les ingénieurs apportent par leur formation l'approche pluridisciplinaire et managériale. Il s'agit d'inciter les ingénieurs à se porter candidats à ces postes comme une étape de carrière. Aujourd'hui 7% des postes de ce type sont tenus par des ingénieurs. Par ailleurs dans le domaine de la santé les hôpitaux sont souvent les structures les plus importantes des communes avec un fort niveau de technicité qui pourraient bénéficier de ces compétences.

Comment, par qui, faire adopter l'idée : l'association des maires de France (AMF) et la communauté des ingénieurs, principalement dans les IESF-Régionales.

Objectif : doubler le pourcentage d'ingénieurs.

Bénéfice de l'idée : pour les mairies, intercommunalités, syndicats mixtes et régions, apport de compétences opérationnelles pluridisciplinaires, pour les ingénieurs expérience managériale et politique.

Coûts et désavantages de l'idée : aucuns.

Mesure de compensation des impacts négatifs de l'idée : aucune.

Difficultés de mise en œuvre : identifier des candidatures de personnes ayant une expérience administrative ou susceptible de l'acquérir rapidement, convaincre les responsables politiques de la pertinence du profil d'ingénieur pour ces responsabilités.

Action 6 : Inciter les ingénieurs à s'investir dans le domaine de la politique de santé publique

Description : la santé publique est un domaine de systèmes complexes, à très forts enjeux sociétaux et économiques qui pourrait bénéficier d'une présence accrue d'ingénieurs. Nb cette action est complémentaire des domaines d'intervention plus classiques tels que sécurité, défense, énergie, environnement.

Comment, par qui, faire adopter l'idée : approche conjointe IESF- corps des ingénieurs techniques vis-à-vis du ministère de la santé et des organismes qui lui sont rattachés.



Objectif : Faire émerger une industrie de la santé française fondée sur les biotechnologies.

Bénéfice de l'idée : développer une approche système dans le domaine de la santé et en déduire une politique industrielle.

Coûts et désavantages de l'idée : éviter de créer de nouvelles structures.

Mesures de compensation des impacts négatifs de l'idée : pas nécessaires.

Difficultés de mise en œuvre : multiplicité des intervenants.

8 Conclusion : objectifs et perspectives

Citons le propos d'un élu national :

« L'ingénieur est un facilitateur d'adaptation rapide dans un monde concurrentiel où, faute de réactivité, l'entreprise peut disparaître. Le temps politique est plus long mais l'exigence d'adaptation rapide est un fait et l'ingénieur apporte des compétences uniques pour y parvenir rapidement. »

Forts de l'engagement politique, syndical et associatif de plus du tiers de la population des ingénieurs, notre recommandation est d'encourager ce mouvement en vue d'atteindre un objectif de 10% d'ingénieurs présents sur des listes électorales pour les prochaines élections municipales de 2020. Nous suggérons que cet engagement local s'exerce d'abord en milieu associatif, par exemple dans le cadre de syndicats professionnels, et ceci dès la fin des études, voire même en cours d'études. A ce propos, grand nombre d'Ecoles d'Ingénieurs intègrent d'ores et déjà dans leur cursus un apprentissage à la vie associative, avec mise en situation réelle.

Au-delà de cette première ambition, le véritable objectif à terme (horizon 2030) est de doubler le nombre actuel d'élus ingénieurs et scientifiques au Parlement français et d'en voir entrer un nombre significatif, de l'ordre de la dizaine au Parlement européen.

IESF s'engage à promouvoir activement cette démarche d'engagement citoyen auprès de la population des ingénieurs et scientifiques, notamment par des actions d'information et de formation spécifiques, et à organiser localement, via les IESF régionales, la mise en place d'un réseau de mentors ayant une expérience reconnue en la matière. Leur rôle serait d'accompagner les ingénieurs sur le point de franchir le pas, de les éclairer sur des points particuliers (posture à adopter, articulation avec la vie personnelle, prise de risques mesurée ...), de provoquer des échanges d'avis leur permettant de prendre les meilleures décisions. En bref, créer un espace dans lequel chacun puisse générer les réponses à ses questions, développer le sentiment de confiance en soi, et s'engager alors dans des défis à la hauteur de la compétence ainsi révélée.

Rendre possible ce type de "CDD" dans une carrière nécessite aussi un dispositif d'accompagnement. Il est en partie prévu par la loi et les conventions de certaines grandes entreprises. Nous suggérons d'étudier avec des responsables de PME/PMI la faisabilité d'une extension de ces dispositions à cette catégorie d'entreprises, et les conditions requises pour y parvenir, par exemple la mise en place d'un fonds de garantie.

Telles sont les préconisations d'IESF pour lancer, sans attendre, le déploiement de cette démarche d'engagement des ingénieurs et scientifiques dans le débat public français.



Ont collaboré à la rédaction de ses propositions

François Lureau
Président
IESF
Animateur du groupe de travail



Denis Badre,
Maire de Ville d'Avray,
Membre honoraire du Sénat



Sophie Chainel

Christian Colas,
Maire d'Isdes



Marc Emonet,
Ancien Président
Du Syndicat d'Energie des Yvelines
et de l'AIESME



Nicolas Fournier,
Président du Club Lamennais
IESF



Alain Heidelberger

Alain Jouanjus,
Ancien Directeur Général
des Services de la ville de Cannes

Hélène Katz

José Massol,
Conseiller municipal,
Entrepreneur

Sandrine Monfort,
Écrivain,
Présidente du Comité International
IESF



Grégoire Postel-Vinay,
Directeur de la Stratégie
Direction Générale des Entreprises



Jean-Claude Pannekouke,
Ingénieur HEI,
Conseil d'entreprise



Annexe 1

Domaines étatiques où les ingénieurs et scientifiques apportent leur contribution

1. Les domaines où sont déjà très fortement présents les ingénieurs et scientifiques

a) Les organes de prospective et de synthèse

(Placés auprès du Premier Ministre : France Stratégie et les organismes qui lui sont rattachés, COR, COE... CNI, CNS, SGDSN, IHEDN, IHESI, CAE.) ; une mention spéciale pour le CGI, qui n'est pas doté d'outils de prospective en propre et gère néanmoins le programme d'investissements d'avenir, selon un dispositif dont la gouvernance pourrait être rendue plus cohérente.

b) La recherche et l'enseignement supérieur

Le monde évolue tiré par l'innovation, de façon schumpeterienne. Il s'agit de répondre à des enjeux sociétaux majeurs, en restant à un niveau d'excellence scientifique et de transposition dans le champ économique, ce qui couvre notamment :

- Les évolutions de la société de l'information, la transition numérique (INRIA, CEA-LETI, CNRS, CNES, universités et grandes écoles, DG Recherche UE, pôles de compétitivité, PIA...),
- Les besoins en énergies sûres, propres, et efficaces à des coûts compatibles avec la compétitivité, assurant une suffisante autonomie au regard des enjeux géopolitiques, et répondant aux engagements du pays en matière de climat. (CEA, IFPEN, CNRS, PIA, pôles de compétitivité, DG Recherche UE, DG Energie UE, grandes écoles et universités),
- La santé, l'évolution démographique et le bien-être (INSERM, CNRS, INED, CEA, INRIA, universités, pôles de compétitivité, IHU, DG recherche UE...),
- La sécurité et la sûreté intérieure et extérieure du pays (DGA, CEA, INRIA, CNES, ONERA, pôles de compétitivité grandes écoles et universités et notamment le pôle Saclay...),
- La bioéconomie : sécurité alimentaire, agriculture et sylviculture durables, recherche marine et maritime, recherche sur les voies de navigation ; (INRA, INSERM, CNRS, IFREMER, universités, pôles de compétitivité DG Recherche UE universités),
- Les transports intelligents, économes et intégrés ; (CEA, CNRS, ONERA, INRIA, grandes écoles et universités),
- L'utilisation efficace des ressources en matières premières, l'usage des matériaux (CNRS, CEA, grandes écoles et universités),
- Des aspects relatifs à l'organisation, au management, pour des sociétés ouvertes à tous, innovantes et réflexives (CNRS, Universités et grandes écoles...).

Et pour chacun de ces champs, les compétences des académies des sciences, de la technologie, des sciences morales et politiques, qui sont quant à elles placées formellement sous l'égide du président de la république, même si leurs textes fondateurs relèvent davantage du MESR.

Ainsi qu'un enjeu nouveau dans la gouvernance des COMUE, en commençant par celle de PSL et de Saclay.



c) L'économie, l'industrie et le numérique

- Un mélange entre une culture majoritairement issue de l'ENA (inspection des finances et administrateurs civils), au Trésor et au secrétariat général, et une culture d'ingénieurs, fortement présents dans la DGE, CGEJET, INSEE, et qui se développe au trésor, outre le volet traditionnel de la Prévision, via les problématiques d'assurance et leur liens croissants avec le numérique, d'une part, avec la compétitivité via l'orientation de l'épargne, d'autre part. Il est à cet égard significatif que les représentants français à la BCE, anciens directeurs du trésor, aient été et soient des ingénieurs,
- Une croissance aussi de ces derniers dans les enjeux de protection du consommateur,
- Un rôle croissant également des agences et bras séculiers (ARCEP, agence du numérique, AFNOR, INPI, sachant que plus l'économie est immatérielle, plus le poids relatif de la propriété intellectuelle importe, Business France, Bpifrance, et bien entendu, des liens en tant que de besoin avec les différents organismes mentionnés sous la rubrique ESR, sans préjudice de la tutelle des écoles d'ingénieurs relevant du MEIN),
- Un rôle moins affirmé des chambres consulaires, où du reste les ingénieurs sont relativement peu présents,
- Une remontée des efforts de prospective et de gouvernance collaborative, via le CNI, le CNS, le programme de prospective, mais dans un contexte de moyens très contraints,
- Un rôle clé, dans la mesure où le succès ou échecs économiques conditionnent la plupart des autres politiques, et où les indicateurs médiocres budgétaires et d'emploi sont des conséquences d'un indicateur de compétitivité qui lui-même doit faire l'objet de toutes les attentions,
- Le contexte de la révolution numérique, porteur et de chances et de risques majeurs,
- Le contexte de la loi Notre, et du rôle relatif de l'Etat et des régions en matière d'innovation, à repenser, ainsi que la concentration de talents et de capitaux à l'échelle européenne, avec un risque de dérapage accru F/D si le rythme de réformes est insuffisant. => intérêt des DIRECCTE.

d) Les finances et comptes publics

Notamment pour la fiscalité, le budget, la gestion des effectifs tant au sein de l'Etat que des collectivités locales (en liaison avec AMF, ARF, Sénat, Intérieur) ou de la fonction publique hospitalière (en liaison avec la direction des hôpitaux, celle de la sécurité sociale, le haut conseil à la protection sociale).

e) La défense et la sécurité

Domaine de prédilection des ingénieurs, pour mémoire. (F. Lureau pourra détailler bien mieux que moi-même, et le rôle notable de l'X comme clé de voûte au sein des grandes écoles).

f) L'environnement énergie, développement durable

Des pôles de compétence historique forts à la DGEC et la DGPR ainsi que dans les instances d'inspection. Et néanmoins une série de décisions à la cohérence problématique au cours des 10 dernières années, pour l'énergie. Un rôle croissant des agences : ASN, CRE, INERIS.

g) Les transports et l'équipement

- La question de la tarification des grandes infrastructures
- La régulation de la SNCF



Annexe 2

Convention Michelin

(Résumé des réponses de JP. Chiocchetti, DRH France de Michelin)

Introduction : JPC indique que c'est une volonté explicite et publique du PDG de Michelin JD Senard qui s'est traduit par la diffusion d'une note au management et au personnel France du 19-12_2014.

Elle engage l'entreprise qui ne prend pas de position partisane, c'est une action top-down qui est mise en œuvre par la fonction RH. Elle est très bien accueillie par le management et l'ensemble du personnel. Cette démarche est destinée à être pérennisée et améliorée et ceci en relation avec d'autres grandes entreprises qui partagent ces vues (Saint Gobain). L'approche est de faire preuve de bienveillance vis-à-vis des demandes et des témoignages indiquent clairement que cette approche a permis des candidatures qui n'auraient pas eu lieu autrement. Dans le cas de mandats lourds type « maire » de ville moyenne, Michelin fera ce qu'il faut pour trouver des solutions et le concept de temps partiel autour d'une mission est parfaitement envisageable.

1. Combien de salariés élus (par catégorie) chez Michelin ?

80 élus dont 2 au niveau départemental. Ces derniers demandent beaucoup plus de flexibilité que les autres.

2. Actions pour susciter des candidatures aux mandats locaux ? lesquelles ? différenciation des actions par tranche d'âge ?

La note dite de « bienveillance » suffit comme cadre interne. A partir de cela Michelin utilise la flexibilité offerte par l'annualisation du temps de travail des cadres (par exemple, une journée commencée est considérée comme faite et le cadre peut partir dans l'après-midi pour des réunions). Sinon le compte Epargne-Temps (CET) est utilisé ainsi que les RTT avec la souplesse maximale. L'idée est de trouver des solutions et la hiérarchie joue le jeu.

3. Non-discrimination sur les partis ? cas des partis « extrêmes »

Michelin ne fait pas de discrimination partisane et le soutien aux personnes n'implique aucune position politique de la part de la société. Concrètement, il y a des élus de tous bords dont le FN. Le PDG reçoit tous les élus, même si cela provoque des réactions médiatiques.

4. Types d'aide pour les mandats ne demandant pas plus d'une journée par semaine

L'annualisation du temps de travail, la gestion des RTT et le CET permettent de trouver des solutions pour tous les cas. Ce n'est qu'une question de volonté et d'état d'esprit.

5. Temps partiel pendant mandat : nombre, difficultés de mise en place

Ce cas ne s'est pas présenté mais il est parfaitement envisageable.

6. Réintégration : mesures proposées et la réalité

Ce sont des accords au cas par cas, et Michelin est déjà allé jusqu'à 7 ans.

Il reste le problème de l'accompagnement de la rémunération pendant le mandat politique. Le temps partiel pourrait être une solution.



7. Gestion des conflits d'intérêt éventuels

A priori il n'y en a pas dans un grand groupe où les fonctions sont bien identifiées et responsabilisées. En outre il existe des chartes d'éthique très strictes et appliquées sans faiblesses. Par exemple les fonctions achats sont autonomes et régies par des règles extrêmement strictes.

8. Quelles autres sociétés offrent des conditions équivalentes ?

Michelin est en contact avec d'autres sociétés qui ont les mêmes objectifs comme Saint Gobain et travaillent ensemble des mesures complémentaires, spécifiques à chaque entreprise, qui pourraient être prises comme des abondements au CET.

9. Faudrait-il faire plus et si oui, sur quoi ?

C'est plutôt une question de gestion des cas individuels. L'orientation prise par le PDG suffit pour trouver les solutions.

10. Une modification de la loi du 31-3-2015 serait-elle nécessaire et sur quoi ?

A ce stade, on n'a pas assez de recul et la question doit d'abord se traiter au sein de l'entreprise. La loi fournit un socle minimum que l'entreprise est libre de compléter.

11. A l'expérience, bilan de la convention Michelin, que faudrait-il faire évoluer ? quelle idée serait à faire passer dans le Livre Blanc IESF ?

Il faut surtout faire et montrer que ce n'est qu'une question de volonté des entreprises.

12. Quel est l'intérêt de Michelin dans cette action ? retour sur investissement ?

On n'a pas encore assez de recul pour un véritable calcul de retour sur investissement. D'ailleurs ce n'est pas le bon critère. Michelin estime que l'impact sur le climat de l'entreprise et les bénéfices d'image sont considérables et très bénéfiques. Une entreprise comme Michelin doit aider le pays à progresser et ne peut être neutre. Cela fait clairement partie de la RSE de l'entreprise. Cette action est ESSENTIELLE pour l'attractivité des implantations en France.



Annexe 3

Décret en Conseil d'Etat/Arrêté n°xxx du xxx relatif à la représentation et à la formation des professions d'ingénieurs et de scientifiques

Vu le code de l'éducation ;
Vu l'article R. 4134-1 du code général des collectivités territoriales ;
Vu le décret du 22 décembre 1860 portant reconnaissance d'utilité publique de la société Centrale des Ingénieurs Civils ;
Vu le décret n° 85-685 du 5 juillet 1985 relatif à la composition et à l'organisation de la commission des titres d'ingénieurs ;
Vu le décret du 19 mars 1992 portant approbation des statuts de la Société des ingénieurs et scientifiques de France (INTA9200087D) ;
Vu le décret n° 2010-596 du 3 juin 2010 relatif au conseil national de l'industrie ;
Vu le décret n° 2011-112 du 27 janvier 2011 relatif à la composition et au renouvellement des conseils économiques, sociaux et environnementaux régionaux ;
Vu le décret n° 2013-333 du 22 avril 2013 portant création du Commissariat général à la stratégie et à la prospective ;
Vu l'arrêté du 31 octobre 2013 approuvant la modification des statuts du Conseil national des ingénieurs et scientifiques de France (INTD1309903A) ;
Vu l'arrêté du 13 décembre 2013 approuvant la modification du règlement intérieur de la Fédération des Ingénieurs et Scientifiques de France (IESF)

Article 1^{er}

La Fédération des Ingénieurs et des Scientifiques de France (IESF) représente les ingénieurs et les scientifiques de France.

Article 2

La Fédération des Ingénieurs et des Scientifiques de France (IESF) est chargée d'animer la contribution des ingénieurs et des scientifiques au rayonnement intellectuel, économique et scientifique de la France.

Elle formule, à ce titre, des rapports, recommandations, propositions et avis auprès des pouvoirs publics, des collectivités territoriales, des entreprises et des organisations professionnelles ou syndicales, sur les questions concernant les ingénieurs et les scientifiques.

Elle est consultée dans le cadre des travaux menés par les pouvoirs publics, notamment en lien avec les institutions de l'Union européenne ou étrangères, et portant sur ces mêmes questions.

Elle est consultée, en matière de formation professionnelle dans les domaines de l'ingénierie et de la science, dans le cadre des débats portant sur la valorisation des formations dispensées aux ingénieurs et aux scientifiques, sur leurs orientations techniques et industrielles ainsi que sur leur adaptation constante aux métiers qu'ils exercent.



Elle veille, en outre, à l'actualisation des compétences des ingénieurs et des scientifiques tout au long de leur carrière.

Elle remet un rapport triennal aux ministres chargés de l'économie et de l'enseignement supérieur et de la recherche, portant sur son activité et sur tous les sujets qu'elle estimera utiles de porter à leur connaissance.

Article 3

Par délégation du ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche, la Fédération des Ingénieurs et des Scientifiques de France (IESF) contribue à la reconnaissance, dans et hors de l'Union européenne, des diplômes conférant le titre d'ingénieur et des diplômes à caractère scientifique délivrés par les écoles et les établissements de l'enseignement supérieur français.

A ce titre, elle représente le ministre chargé de l'enseignement supérieur et de la recherche auprès des organismes européens équivalents.

Elle est associée aux travaux engagés par les pouvoirs publics auprès des organismes représentatifs des professions d'ingénieurs et de scientifiques dans et hors de l'Union européenne

Article 4

La Fédération des Ingénieurs et des Scientifiques de France (IESF) contribue à la protection de l'usage qui est fait des diplômes conférant le titre d'ingénieur et des diplômes à caractère scientifique, reconnus par le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche.

Elle met à ce titre à la disposition du public, dans des conditions fixées par ses statuts, un registre des personnes physiques titulaires :

- d'un diplôme d'ingénieur reconnu par l'Etat, au sens du code de l'éducation ;
- d'un diplôme national de master 2 à caractère scientifique ou technique ;
- d'un doctorat scientifique ;
- d'un diplôme dans une matière scientifique de niveau Bac + 3 assorti de 3 ans d'exercice validé VAE du métier en entreprise ;
- d'une certification d'Ingénieur et justifiant d'au moins 4 ans de l'exercice reconnu de la fonction d'Ingénieur.

Article 5

Le I. de l'article 3 du décret n° 2013-333 du 22 avril 2013 portant création du Commissariat général à la stratégie et à la prospective est complété par les mots « - La Fédération des Ingénieurs et scientifiques de France (IESF) »

Article 6

L'article 4 du décret n° 2010-596 du 3 juin 2010 relatif au conseil national de l'industrie est remplacé par les dispositions suivantes :

« Le conseil national de l'industrie comprend, outre son président :



1° Des membres de droit :

- les ministres chargés de l'industrie, de l'économie, du commerce extérieur, des petites et moyennes entreprises de l'artisanat, du commerce, de l'enseignement supérieur, de la recherche, de l'énergie, de l'éducation nationale, de l'emploi, du travail, de l'écologie, de l'agriculture, de l'agroalimentaire, de la santé, des transports et de l'aménagement du territoire ainsi que le ministre de la défense ;
- le président de l'Association des régions de France ;
- le président de l'Association des maires de France ;
- le président de l'Assemblée des chambres françaises de commerce et d'industrie ;
- le président de l'Assemblée permanente des chambres de métiers et de l'artisanat ;
- le commissaire général à la stratégie et à la prospective ;
- le commissaire général à l'investissement ;
- le commissaire aux participations de l'Etat ;
- le directeur général de la Banque publique d'investissement ;
- le médiateur national du crédit ;
- le médiateur des relations interentreprises industrielles et de la sous-traitance ;

2° Un député et un sénateur respectivement désignés par le président de l'Assemblée nationale et par le président du Sénat, ainsi qu'un représentant français au Parlement européen désigné par arrêté du Premier ministre ;

3° Les membres énumérés ci-après, répartis au sein de quatre collèges et nommés pour trois ans par arrêté du Premier ministre sur proposition du ministre chargé de l'industrie :

- le collège des entreprises industrielles, composé de quinze membres d'organisations syndicales ou professionnelles, représentant des entreprises industrielles ;
- le collège des salariés de l'industrie, composé de deux membres de chacune des organisations syndicales les plus représentatives au plan national des salariés, dans la limite de dix membres ;
- le collège des personnalités qualifiées, composé de sept membres, choisis en fonction de leurs compétences ou de leur expérience dans le domaine de l'industrie ;
- le collège des représentants des diplômés des universités et des établissements d'enseignements supérieurs, composé de cinq membres »

Article 7

L'article R. 4134-1 du code général des collectivités territoriales est remplacé par les dispositions suivantes :

« Les membres du conseil économique, social et environnemental régional sont répartis cinq collèges composés comme suit :

1° Le premier collège comprend des représentants des entreprises et activités professionnelles non salariées dans la région, quels que soient la nature de leur activité et leur statut juridique ;

2° Le deuxième collège comprend des représentants des organisations syndicales de salariés les plus représentatives ;



3° Le troisième collège comprend des représentants des organismes et associations qui participent à la vie collective de la région. Il comprend en outre des représentants des associations et fondations agissant dans le domaine de la protection de l'environnement ainsi que des personnalités qualifiées, choisies en raison de leur compétence en matière d'environnement et de développement durable ;

4° Le quatrième collège est composé de personnalités qui, en raison de leur qualité ou de leurs activités, concourent au développement de la région.

5° Le cinquième collège est composé de cinq représentants des diplômés des universités et des établissements d'enseignements supérieurs.

Un tableau, constituant l'annexe XI du présent code, précise, pour chaque conseil économique, social et environnemental régional, le nombre de ses membres et la répartition de ces derniers entre les collèges ».



Annexe 4

Références bibliographiques

- http://www.ameli.fr/fileadmin/user_upload/documents/cnamts_rapport_charges_produits_2016.pdf
- [http://www.strategie.gouv.fr/actualites/20172027-enjeux-de-prochaine-decennie/?xtor=xtor=EREC-054-\[20160606-NEWSLETTER41\]](http://www.strategie.gouv.fr/actualites/20172027-enjeux-de-prochaine-decennie/?xtor=xtor=EREC-054-[20160606-NEWSLETTER41])
- <http://www.economie.gouv.fr/nouvelle-france-industrielle/medecine-futur#outils>
- <http://www.entreprises.gouv.fr/conseil-national-industrie/la-filiere-industries-et-technologies-sante>





Responsabilité éthique de l'ingénieur dans les systèmes complexes



Responsabilité éthique de l'ingénieur dans les systèmes complexes

L'humanité, et avec elle notre planète, entre dans une période à hauts risques. L'accélération et la combinaison d'avancées scientifiques et technologiques stupéfiantes dans tous les domaines engendrent des mutations complexes qui n'impactent plus seulement nos modes de vie, mais engagent le futur de notre humanité dans son ensemble.

Nous sommes entrés dans l'ère « anthropocène » : pour la première fois dans l'histoire de l'humanité, les activités humaines influencent significativement l'évolution de l'écosystème terrestre. On sait désormais modifier le patrimoine génétique des individus : pour le réparer, voilà un grand progrès annoncé, mais aussi pour l'« augmenter ». Le « transhumanisme » frappe à notre porte ! Nos technologies, nos économies, nos politiques, nos écologies sont, que nous le voulions ou non, mondialisées et constituent un immense système hyper-complexe d'interdépendances généralisées. Voilà des tournants scientifiques et technologiques qui engagent notre futur !

L'ingénieur est non seulement un acteur de cet écosystème mondial, il en est aussi l'auteur et le concepteur. Sa responsabilité éthique est engagée : l'ingénieur ne peut plus se contenter de réaliser ce qui est techniquement possible et légalement autorisé, il doit aussi mettre en œuvre dans sa réflexion un questionnement éthique sur les intentions et sur les conséquences des progrès techniques auxquels il travaille. S'il ne le fait pas, qui le fera ?

La « responsabilité éthique de l'ingénieur dans les systèmes complexes » ne relève pas d'un vague souci de bien-pensance, c'est l'une des questions les plus urgentes et les plus importantes pour la construction de notre futur.

1 La définition de "l'éthique" dans les systèmes complexes

Ouvrir une réflexion sur l'éthique de l'ingénieur impose, au préalable, de s'accorder sur une définition de l'éthique. En particulier, une compréhension des enjeux éthiques pour l'ingénieur engagé dans des systèmes ou organisations complexes - entreprises, laboratoires, administrations, etc. - conduit à rechercher une signification pratique / opérationnelle. Il est surtout nécessaire de distinguer l'éthique d'autres concepts comme la morale ou la conformité, et éviter ainsi des confusions qui nuisent à la compréhension du propos.

Ce que n'est pas l'éthique

- **L'éthique se distingue de la Morale**

La morale (du latin moralitas, "façon, caractère, comportement approprié") désigne l'ensemble des règles ou préceptes relatifs à la conduite, c'est-à-dire à l'action humaine. Ces règles reposent sur la distinction entre le Bien et le Mal. C'est d'après ces valeurs que la morale fixe des principes d'action qui se veulent universels et qui définissent généralement de façon dogmatique ce qu'il faut faire et comment agir.



Il est évident que l'ingénieur en tant qu'individu ou citoyen possède des valeurs morales – une morale – qui lui appartient et qu'il va partager, développer et soutenir avec ses pairs à travers des instances politiques, confessionnelles ou associatives.

- **L'éthique est également différente de la conformité**

La conformité peut se définir comme l'ensemble des actions visant à rendre les actes et les comportements strictement conformes aux lois et réglementations comme aux process internes de l'entreprise applicables au lieu où ils sont mis en œuvre.

- **Enfin la déontologie est un concept plus restrictif que l'éthique**

Le terme « déontologie professionnelle » fait référence à l'ensemble de principes et règles (Code ou charte de déontologie) qui gèrent et guident une activité professionnelle. Ces principes et règles déterminent les devoirs minimums exigibles d'un professionnel dans l'accomplissement de son activité.

Ce qui pourrait être une définition de l'éthique dans les organisations complexes ¹

Il est proposé, dans ce Livre Blanc, une définition de l'éthique, qu'il est possible de discuter, mais qui a le mérite de s'inscrire dans les réalités opérationnelles auxquelles sont soumis les ingénieurs dans les organisations où ils exercent leurs activités.

- **L'éthique des affaires est contingente et subjective**

Elle définit "ici et maintenant" le comportement qu'adopte ensemble un groupe d'individus dans un temps et un espace donnés. Elle porte sur les arbitrages faits par les acteurs économiques pour choisir ce qui est bon ou mauvais au développement durable de l'organisation, prenant en considération les demandes de l'ensemble de ses parties prenantes (actionnaires, clients, salariés, fournisseurs, société civile, etc.) et les impacts sur l'environnement. En effet, aujourd'hui chaque décision prise derrière les portes closes des Conseils d'Administration doit considérer en responsabilité les effets systémiques qu'elle peut engendrer, dans le présent et dans le futur.

Ainsi donc, l'éthique a pour objet de dire quelle est la conduite la plus appropriée pour une organisation en prenant en compte son impact sur l'environnement et les parties prenantes, mais n'a pas vocation à définir le Bien et le Mal, qui est l'apanage de la morale.

G Deleuze, commentant Spinoza², écrivait : « la morale, c'est le jugement de Dieu, le système du Jugement. Mais l'éthique renverse le système du jugement. A l'opposition des valeurs (Bien-Mal), se substitue la différence qualitative des modes d'existence (bon-mauvais) »

- **L'entreprise est a-morale**

L'entreprise n'est en soi ni "morale" ni "immorale", elle est a-morale. L'entreprise s'inscrit dans la sphère « technico-socio-économique » et non dans la sphère de la morale qui appartient à chaque individu et qu'il partage avec d'autres dans des partis politiques, des églises ou des associations (syndicats, organisations non gouvernementales ou philosophiques).

Selon A. Comte-Sponville³, parler de "capitalisme vertueux", c'est envisager de porter le capitalisme au niveau de la morale, c'est-à-dire faire du marché une religion. "C'est précisément ce qu'il s'agit d'empêcher. Si le marché devenait une religion, ce serait la pire de toutes, celle du veau d'or".

¹ D'après le "Manifeste pour une éthique des affaires" du Cercle d'Éthique des Affaires (2014)

² Spinoza, philosophie pratique" de Gilles Deleuze (2003)

³ Le capitalisme est-il moral ?" d'André Comte-Sponville (2004)



- **Les limites des lois, règlements et process**

Les organes publics qui ont le monopole de la fabrication de la loi ou "hard law" voient leur domaine se réduire peu à peu, une loi "dure" s'adaptant mal à une situation en perpétuel mouvement.

Le législateur prend le risque de produire soit une législation illisible car déjà dépassée à peine promulguée, soit de n'énoncer que des principes lapidaires qui seront interprétés et précisés au gré de multiples jurisprudences ; une situation également inconfortable pour les entreprises.

De plus en plus d'entreprises sont actuellement interpellées sur cette approche éthique, dite "conduite responsable", alors qu'elles respectent parfaitement les différentes législations en cours.

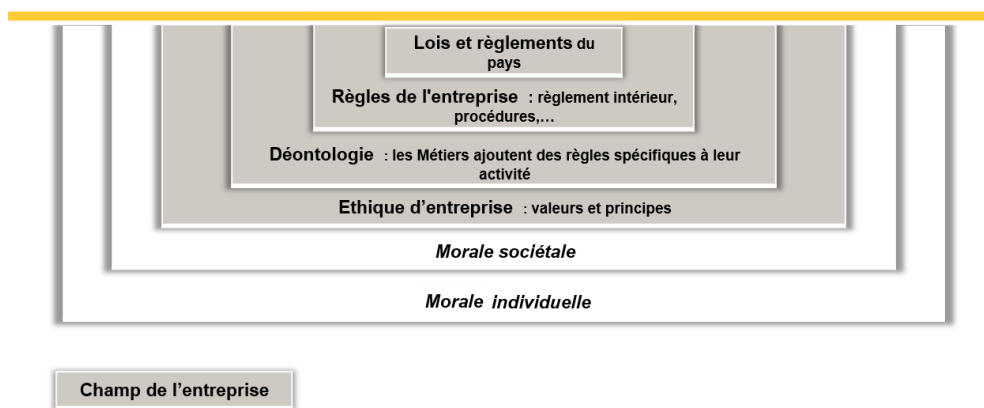
Exemple :

L'industrie agro-alimentaire pour son utilisation de l'huile de palme dont la culture aboutirait à des déforestations massives, ou l'industrie de l'habillement pour son recours à des fournisseurs peu scrupuleux sur le plan social ou environnemental sont régulièrement dénoncées sur un plan éthique, alors que leurs comportements sont irréprochables sur un plan légal.

- **En résumé, la "conduite responsable" de l'entreprise s'inscrit dans un espace systémique qui est infra-moral et supra-légal.**

Une entreprise responsable "pourrait être une entreprise qui, sans mettre l'intérêt de la nation plus haut que le sien propre, sans non plus se contenter de respecter la loi, essaierait de créer des convergences d'intérêt entre l'entreprise et la collectivité dans laquelle elle s'insère" (A. Comte-Sponville).

Tentons une représentation graphique⁴ de ces différentes notions et définitions telles qu'évoquées plus haut, s'imbriquant de fait les unes dans les autres, en précisant que deux périmètres seront à distinguer dans ce qui va suivre, celui dit « de l'entreprise », et celui de la morale et de l'éthique personnelle (individuelle) comme autant de guides, de principes directeurs vertueux que l'ingénieur devra ne pas perdre de vue. Comme le disait encore Comte-Sponville, dans un éclairant raccourci didactique : « La Morale commande, l'Éthique recommande ».



Dans ce cadre, l'éthique est l'arbitrage que chacun doit effectuer entre les règles à observer avec intransigeance et les exigences souvent contradictoires de l'ensemble des "parties prenantes".

⁴ Graphique utilisé dans les formations à l'éthique chez Renault



2 L'éthique de l'ingénieur au cœur d'une nouvelle gouvernance des entreprises

L'éthique de l'ingénieur s'inscrit, en effet, dans les nouvelles responsabilités sociétales confiées à l'entreprise.

Les récentes et considérables évolutions du contexte économique, sociologique et géopolitique mondial ainsi que la globalisation croissante des activités humaines imposent aux entreprises de développer de nouvelles formes de gouvernance. Elles ont ainsi été incitées à faire évoluer en profondeur la conduite de leurs opérations, qu'il s'agisse de gérer leurs ressources humaines, leurs pratiques commerciales, le fonctionnement de leurs sites industriels ou leurs relations avec les parties prenantes liées à leur environnement.

Plus encore, une tendance émergente cherche à confier aux entreprises des fonctions qui relèvent aujourd'hui des Etats-Nations sous le prétexte que ces Etats sont faibles et contraints par des intérêts politiques court-termistes, alors que le capitalisme est puissant et mondialisé. Une telle approche conduit à des aberrations conceptuelles : l'éducation, la paix, la santé relèvent exclusivement du politique et non de la gestion économique. Si le concept de l'éthique commence bien là où la loi s'arrête, il n'a pas vocation néanmoins à se substituer aux responsabilités des dirigeants politiques, ce qui n'exclut pas une vigilance citoyenne à l'égard de ces dirigeants.

Cette question a ainsi été parfaitement résolue par M. John Ruggie⁵ en traitant de la question des droits de l'Homme et en proposant le concept de "Protect, Respect, Remedy". La responsabilité des acteurs économiques doit se limiter à leur sphère d'influence légitime et de compétences propres, telle que le devoir de vigilance.

Toutefois, la plupart des grandes entreprises internationales ont, depuis quelques années, effectivement pris conscience qu'il leur fallait inscrire une stricte conformité de leurs activités internationales aux législations, comme une définition de standards éthiques rigoureux, dans la vision stratégique de leur développement.

Alors que pendant des décennies, ces entreprises ont conduit leurs affaires dans un strict cadre national, sous le contrôle étroit de l'Administration, qui fixait le périmètre de leurs actions et leurs règles de conduite, ces mêmes entreprises, aujourd'hui, ne dirigent plus leurs opérations dans un seul cadre national, limité et cohérent, mais dans un nouvel espace stratégique globalisé, leur gestion s'exerçant dans un contexte de plus en plus complexe.

Ce nouvel espace économique international, où se combinent aussi bien des règles fixées par des organismes internationaux et des parlements nationaux - souvent d'ailleurs hétérogènes - que des "exigences normatives" ou "soft laws" édictées par de multiples intervenants (opinions publiques, organisations non gouvernementales et autres parties prenantes), pose de multiples défis aux entreprises internationales, comme à leurs autorités de tutelle, et justifie des modes de gestion et de conduite renouvelés sous des concepts innovants en matière de gouvernance d'entreprise.

Il appartient alors à l'entreprise de définir la conduite de ses affaires, par des codes, référentiels, et standards, tout en respectant des lois parfois imprécises et souvent hétérogènes. Cette lourde responsabilité est portée par le manager - qu'il soit ingénieur ou gestionnaire.

⁵ Professor John Ruggie, the Special Representative of the United Nations Secretary General on the issue of human rights and transnational corporations.



En effet, afin de respecter ses objectifs économiques, le manager doit constamment faire des arbitrages entre les différentes normes qui s'imposent à lui. Il doit doser les efforts que son entreprise doit faire dans chaque cas entre un minimum et un optimum. Loin de mettre en péril la survie de son entreprise, à savoir la réalisation de bénéfices, il doit veiller à son développement régulier et harmonieux à long terme. Ces choix éthiques forment l'essentiel des responsabilités du nouveau manager, sachant que les intérêts qu'il doit prendre en considération sont toujours plus nombreux et plus précis, et les arbitrages toujours plus fréquents et plus délicats à effectuer.

3 La responsabilité de l'ingénieur dans les systèmes complexes

L'expression « le métier d'ingénieur » est devenue bien trop étroite pour exprimer la diversité et la complexité des multiples activités que l'ingénieur du 21ème siècle doit savoir exercer pour assumer ses responsabilités.

Trois types de compétences se conjuguent maintenant dans les responsabilités de l'ingénieur :

- Il doit maîtriser des compétences scientifiques et techniques de plus en plus pointues et spécialisées.
- En même temps, il doit exercer sa spécialité en étroite coordination avec d'autres spécialistes eux-mêmes très pointus dans leur domaine, recouvrant une grande diversité (technique, économique, sociale, commerciale, écologique, juridique, politique, ...). Il est en permanence immergé dans des « écosystèmes interdisciplinaires » où l'efficacité collective ne peut pas se résumer à une simple addition de compétences individuelles. Il doit avoir une compétence de l'interdisciplinarité, et de la systémique.
- Enfin, l'ingénieur est confronté aux défis d'une complexité croissante : incertitude, imprévisibilité, multiplicité et imbrication des parties prenantes, mutations technologiques, mutations sociétales, bifurcations brutales, ambiguïtés, contradictions, antagonismes, etc. Il doit aussi apprendre, non pas à « maîtriser la complexité », car la complexité est précisément tout ce qu'on n'arrive pas à comprendre complètement et encore moins à maîtriser frontalement, mais à conduire ses projets « dans et avec » la complexité ».

Ce métier complexe, l'ingénieur doit l'exercer dans un monde confronté à un changement de civilisation, percuté par la nécessité de conduire de front et d'urgence plusieurs mutations radicales, que nous pouvons synthétiser en trois axes majeurs :

- faire face à la crise écologique qui menace à la fois notre survie et celle de notre planète-nourricière,
- domestiquer l'explosion de technologies nouvelles telles que l'univers digital (le « big data »), l'intelligence artificielle, la biogénétique, etc. pour les mettre au service de notre humanité et déjouer des effets pervers potentiels qui pourraient s'avérer dévastateurs,
- assumer la mondialisation en participant à la réinvention d'une gouvernance mondiale (écologique, politique, économique, financière) libérée de ses dérives et perversions.

L'ingénieur est impliqué à plusieurs titres et sur plusieurs aspects de ces mutations. Il n'est pas le seul, bien évidemment. Bien d'autres professions, et bien d'autres catégories d'acteurs sont appelés à porter collectivement la responsabilité de la construction de notre futur.



L'ingénieur porte une responsabilité particulière sur trois registres :

- il est fortement engagé dans la conception des systèmes nouveaux,
- il est toujours engagé dans la mise en œuvre et l'organisation des solutions imaginées,
- il se trouve dans l'obligation, pour conduire de façon éthiquement responsable la conception et l'organisation de ces systèmes nouveaux, de se repenser lui-même, de se donner les moyens d'une vigilance éthique et d'un recul critique sur son action et ses choix.

Après avoir explicité ces trois aspects, nous pourrions examiner à quoi notre pays devrait porter attention pour former ses ingénieurs, et les accompagner dans les différentes étapes de leur vie professionnelle par un écosystème leur apportant appui à la réflexion, lieux et occasions d'échanges d'expériences et de formation continue, et ... de prise de parole !

L'ingénieur est un concepteur. Ses conceptions engagent le futur.

Les ingénieurs français reçoivent une formation reconnue de qualité par le monde entier. Dotés de compétences scientifiques et techniques solides, ils sont prêts à les mettre en œuvre.

Mais le monde d'aujourd'hui n'attend pas seulement de l'ingénieur qu'il sache appliquer des méthodes apprises. On attend de lui surtout qu'il soit « concepteur » : qu'il sache imaginer et mettre au point des objets, des machines, des systèmes, des organisations, des méthodes, des processus, avec la conscience que ces artefacts vont modeler la vie et orienter le futur des hommes qui les utiliseront.

Qu'il le veuille ou non, l'ingénieur contribue à la construction du futur de l'humanité. Ses choix techniques et organisationnels vont forcément influencer sur nos modes de vie. C'est le cas, bien sûr, pour les grandes inventions comme l'électricité, l'automobile ou internet qui ont révolutionné les sociétés de façon radicale et massive. Mais au-delà de ces découvertes séculaires, les ingénieurs conçoivent en permanence des objets, des systèmes, des usages, des processus qui modifient le cours de nos vies, dans tous les domaines, qui peuvent aller du banal sac plastique au système de réservation aérienne, en passant par le traitement de texte, les carrefours giratoires sans feux rouges, le traitement des déchets, ou encore la déclaration électronique de ses revenus au service des impôts. Ainsi se construisent progressivement (ou régressivement !) les civilisations, sans que nous y prenions garde.

Voici ce qu'écrivait déjà en 1996 Herbert Simon (prix Nobel d'économie en 1978) à propos des sciences de la conception, qu'il a été l'un des premiers à considérer comme sciences :

« Historiquement et traditionnellement la mission des disciplines scientifiques a été d'enseigner les connaissances relatives aux phénomènes naturels ; comment sont-ils constitués et comment fonctionnent-ils ? Et la mission des écoles d'ingénieurs a été d'enseigner les phénomènes artificiels : Comment fabriquer des artefacts ayant des propriétés souhaitées et comment les concevoir ?

Les ingénieurs ne sont pas les seuls concepteurs professionnels. Quiconque imagine quelques dispositions visant à changer une situation existante en une situation préférée, est concepteur.



L'activité intellectuelle par laquelle sont produits les artefacts matériels n'est pas fondamentalement différente de celle par laquelle on prescrit un remède à un malade ou par laquelle on imagine un nouveau plan de vente pour une société, voire même une politique sociale pour un Etat. La conception, ainsi conçue, est au cœur de toute formation professionnelle. C'est elle qui fait la différence entre sciences et professions. Les écoles d'ingénieurs, comme les écoles d'architecture, de droit, de gestion, de médecine, les écoles normales d'enseignement, toutes sont concernées, au premier chef, par le processus de la conception.

Par un paradoxe ironique, alors que s'affirme le rôle décisif de la conception dans toute activité professionnelle, les sciences naturelles au 20ème siècle, surtout dans les deux ou trois décennies qui ont suivi la deuxième guerre mondiale, ont presque complètement éliminé les sciences de l'artificiel du programme des écoles formant des professionnels. Les écoles d'ingénieurs sont devenues des écoles de physique et de mathématiques ; Les écoles de médecine sont devenues des écoles de sciences biologiques ; Les écoles de gestion des entreprises sont devenues des écoles de mathématiques finies.⁶ »

Dans cette activité de conception, la responsabilité éthique de l'ingénieur est de porter un jugement critique sur ce qu'il construit. Cette responsabilité ne peut pas se limiter au respect d'un code moral (fort utile et respectable au demeurant) et encore moins à un repli facile derrière le principe de précaution⁷. La responsabilité éthique consiste en un exercice de lucidité et de discernement, qui passe par un questionnement.

Les questions à se poser à propos d'un projet à concevoir concernent d'une part ses finalités : quelles sont les intentions sous-jacentes au projet ? D'où est-il né ? Quelles sont ses finalités, explicites et implicites ? Quels intérêts sert-il ? Quels buts le concepteur lui-même poursuit-il ? Sa propre vision est-elle partagée ? Etc. Le questionnement doit porter aussi sur les conséquences et impacts de ce que l'on conçoit : quelles sont les parties prenantes du projet ? Quels sont les impacts, sur les personnes, l'environnement, la société ? Quelles sont les effets systémiques à anticiper ? Etc.

Voici trois illustrations de cette responsabilité éthique des ingénieurs dans la conception :

- Mettre ses talents de concepteur et de programmeur d'algorithmes sophistiqués n'a pas la même portée éthique selon qu'on les met au service du « high-frequency trading », qui produit de la spéculation, ou du pilotage à distance des stimulateurs cardiaques, qui maintient des personnes en vie. Un avis éclairé sur la question est celui de Dominique Cardon, auteur d'un remarquable ouvrage sur l'impact des algorithmes sur nos sociétés⁸ :
« Les calculateurs fabriquent notre réel, l'organisent et l'orientent. Ils produisent des conventions et des systèmes d'équivalence qui sélectionnent certains objets au détriment d'autres, imposent une hiérarchisation des valeurs qui en vient progressivement à dessiner les cadres cognitifs et culturels de nos sociétés. »

⁶ Herbert Simon, *The Sciences of the Artificial*, MIT Press, 1996. Traduction française par Jean-Louis Le Moigne, *Les sciences de l'artificiel*, Gallimard, 2004. Citation de la page 201.

⁷ Cf le Cahier N°19 d'IESF, consacré au principe de précaution.

⁸ Dominique Cardon, *A quoi rêvent les algorithmes ?* Seuil, 2015.



- Les ingénieurs qui travaillent dans le domaine de l'intelligence artificielle et des robots ont une responsabilité d'alerte quand le jour viendra (on ne sait pas si ce jour sera dans 20 ans ou dans 50 ans, mais il viendra) de décider de la possibilité ou non pour un robot d'autoprogrammer sa désobéissance à son concepteur et de générer des « robots hostiles », qui pourraient devenir catastrophiques pour l'humanité.
- Les manipulations génétiques, si porteuses de progrès quand elles s'exercent dans le champ de la thérapie génique, peuvent dériver rapidement vers des abominations d'eugénisme, de transhumanisme, et de création d'hommes artificiels, si nous ne savons pas « questionner » à temps nos intentions.

L'ingénieur est un organisateur, responsable dans la durée des artefacts qu'il conçoit.

La responsabilité de l'ingénieur se poursuit au-delà de la conception, dans la mise en œuvre de ses inventions. Dans cette deuxième phase de son travail, la vigilance et l'attention portée aux conditions d'une bonne mise en œuvre et d'une bonne évolution s'avèrent indispensables, même si un grand soin a été apporté à la conception. Le diable peut se cacher dans les détails, et l'accident surgir là où on ne l'attendait pas.

L'étude de faisabilité est en principe faite durant la phase de conception. Mais ce sont souvent les conditions d'un bon lancement du projet qui font défaut. Parmi de nombreux exemples, on se souvient du grandiose cafouillage du lancement par la SNCF en 1992-1993 du système « Socrate » de réservation informatisée. Pourtant, la stratégie portée par ce projet était pertinente et s'est avérée dans le futur largement gagnante, et les aspects techniques du projet étaient excellents. Mais les conditions du lancement avaient été négligées.

L'ingénieur se doit également d'être attentif à une caractéristique des systèmes assez subtile et souvent négligée : le phénomène d'auto-organisation et de récursivité⁹. En exerçant leur activité, en transformant leur environnement, les systèmes s'auto-transforment par récursivité au fil du temps, souvent pour le pire si l'on n'y prend garde. La responsabilité de l'ingénieur est de porter une grande vigilance à la détection et à la prévention des risques. L'un des risques est notamment la dérive du projet dans un sens non désiré initialement, le détournement des usages et les effets pervers.

Cette négligence à l'égard des conditions de lancement d'un projet et de son pilotage dans la durée est coutumière, hélas, de notre classe politique, prompt à voter des lois sans trop se préoccuper de la possibilité réelle de leur mise en application, ni de leur évaluation et de leur adaptation continue à l'évolution des contextes au fil du temps. Beaucoup de lois restent ainsi inappliquées, parce qu'inapplicables ! Beaucoup d'autres deviennent inadaptées sans que l'on remédie à leur obsolescence.

La correction des dérives, l'organisation des systèmes de prévention et d'alerte, l'évaluation continue, les retours d'expérience, constituent l'arsenal de base de la vigilance opérationnelle, mais aussi éthique.

L'ingénieur a besoin d'une compétence épistémologique et éthique

On le voit, beaucoup de responsabilités complexes pèsent sur les épaules de l'ingénieur, tant au plan des intentions de ce qu'il conçoit, qu'au plan des conséquences de ce qu'il met en œuvre.

Pour faire face à la complexité de la conception et aux pièges de la mise en œuvre évoqués ci-dessus, les ingénieurs ne peuvent pas se contenter d'appliquer des techniques, des politiques ou des réglementations

⁹ Ce phénomène d'auto-organisation et de récursivité a été mis en évidence et étudié au plan théorique par Heinz von Foerster dans les années 1950-1960.



existantes, mais ils ont à essayer de comprendre des situations multidimensionnelles complexes et de concevoir des stratégies d'action nouvelles et spécifiques. Ils se trouvent aussi devant le défi d'entraîner les autres dans cet effort de conception, d'innovation et de conduite de l'action dans l'incertitude.

Pour cela, les ingénieurs se trouvent dans la nécessité de renouveler radicalement leurs propres façons de « concevoir ». Sans une prise de recul sur leur façon de conduire leur pensée, de faire leurs choix, d'établir leurs stratégies, ils risquent, à leur insu, de reproduire les modèles anciens, et de ne pas prendre les moyens de concevoir de réelles transformations.

4 Le développement de l'éthique de l'ingénieur dans des systèmes complexes

Notre avis, fondé sur de multiples constats, est que les ingénieurs, et plus généralement les diplômés de grandes écoles, sont insuffisamment formés (et insuffisamment appuyés dans ce domaine au cours de leur vie professionnelle) aux sciences de la conception, à l'intelligence des systèmes complexes, à l'éthique et à la conduite de leur propre pensée dans l'action en complexité.

La formation et l'accompagnement dont les ingénieurs ont besoin pour assumer leurs responsabilités éthiques dans la conception et le pilotage des systèmes complexes tiennent en trois points principaux :

1. Une base solide de connaissances épistémologiques

L'ingénieur a besoin de s'appuyer sur des connaissances épistémologiques précises et « actionnables », et sur la conscience du fait que ce qu'il construit dans sa tête va orienter ce qu'il construit dans le monde réel. Ce besoin recouvre les questions d'épistémologie (comment se construisent nos connaissances), de modélisation (comment se construisent nos représentations du réel), de conception (comment élaborer nos projets, comment produire nos innovations).

L'ingénieur doit être au clair avec le fait que les modèles qu'il élabore ne sont pas la réalité, mais seulement un point de vue sur la réalité. Il doit avoir constamment à l'esprit que le processus de modélisation que chaque être humain (ingénieur compris !) met en œuvre pour construire ses représentations du réel est toujours empreint de subjectivité. Et que par conséquent, le dialogue, la confrontation des points de vue, la démarche scientifique d'objectivation doivent être les fondements de son éthique professionnelle.

Bachelard exprimait la chose ainsi : « L'objectivité ne peut se détacher des caractères sociaux de la preuve. On ne peut arriver à l'objectivité qu'en exposant d'une manière discursive et détaillée une méthode d'objectivation ».¹⁰

Un aspect extrêmement important de la compétence de l'ingénieur est de savoir conduire sa pensée en toute conscience de son rapport subjectif au réel, et de savoir exercer ses responsabilités en toute autonomie, en déjouant les innombrables pièges des idées toutes faites, des pressions des pouvoirs souvent masqués qui nous conditionnent à notre insu, et aussi des pièges de notre propre pensée et de nos certitudes, scientifiques ou non !

¹⁰ Gaston Bachelard, *Le nouvel esprit scientifique*, PUF, 1934. Citation page 16.



2. Les sciences de la conception et des systèmes

La modélisation « systémique »¹¹ est une discipline intellectuelle indispensable pour construire l'intelligibilité des phénomènes complexes et concevoir des projets. Penser un système, c'est tenter de relier dans un tout finalisé et évolutif (c'est-à-dire qui a du sens et se donne du sens) des composantes multiples, diverses, autonomes, voire contradictoires.

L'ingénieur est en permanence confronté à ce défi de reliance¹². Le travail « en multidisciplinarité » que nous avons évoqué est à concevoir comme « systémique », c'est-à-dire en considérant comme indissociables le tout et les parties, et en les reliant dans une finalité commune. Les méthodes modernes de pilotage des projets, d'ingénierie concourante, d'organisation par processus, de marketing composite, sont fondées sur la science des systèmes.

La connaissance et l'utilisation par l'ingénieur des outils de modélisation systémique sont un moyen de prendre du recul sur sa façon de « modéliser » la réalité, de la construire dans sa tête. Cette prise de recul est une responsabilité éthique, car c'est à partir des représentations qu'il se fait de la réalité qu'il prendra ses décisions et orientera ses actions.

3. La façon d'affronter les contradictions et les logiques antagonistes

La contradiction est présente dans tous les registres de la vie, du plus personnel au plus public, du plus cérébral au plus concret. Il peut s'agir d'antagonismes entre personnes, ou entre groupes humains porteurs d'intérêts ou de points de vue divergents ; il peut s'agir d'antagonismes entre phénomènes naturels ; il peut s'agir de contradictions purement logiques.

Le réflexe habituel est de chercher à éliminer les logiques qui s'opposent à nos propres points de vue, et les logiques qui s'opposent entre elles. La tentation est de disjoindre et exclure (réflexe du « OU ») plutôt que de chercher à distinguer et joindre (réflexe du « ET »). Mais, ce faisant, nous prenons le risque de détruire l'équilibre complexe d'un système qui a besoin de tous ces éléments, certes antagonistes, mais pourtant tous nécessaires à sa dynamique.

L'ingénieur doit savoir admettre que la coexistence de logiques antagonistes au sein des systèmes est souvent nécessaire et même vitale à l'existence et au fonctionnement du système. C'est un phénomène omniprésent, caractéristique des situations complexes. C'est l'un des défis que les ingénieurs ont à affronter continuellement, autant sur les choses du quotidien que sur les grands enjeux stratégiques. Et cela, aucun ordinateur ne peut le faire à leur place.

Pour tenter de résumer tout cela en une formule, on pourrait dire que ce qui fera la valeur de l'ingénieur de demain, c'est bien cette assimilation, cette intériorisation même des trois étapes majeures de son apport, dans l'entreprise comme dans la Cité :

- La connaissance (pour se préparer)
- La conscience (pour se prémunir)
- L'influence (pour partager)

Acquisition de compétences personnelles, prise de conscience de sa responsabilité individuelle et collective, et enfin exercice de cette conscience dans un environnement déterminant, voilà l'enjeu éthique pour l'ingénieur.

¹¹ Cf l'ouvrage de Jean-Louis Le Moigne, *La modélisation des systèmes complexes*, Dunod, 1990.

¹² Les responsables politiques de l'Union Européenne ne le sont pas moins, eux qui sont chargés de donner réalité à notre devise européenne « Unis dans la diversité » !



5 L'urgence d'ouvrir les connaissances de l'ingénieur aux sciences de la complexité

Ce vaste champ de connaissances concernant la complexité, déjà travaillé par Bachelard il y a près d'un siècle, fait l'objet d'études très fécondes depuis les années 1950-1960 aux Etats-Unis (Gregory Bateson, Heinz von Foerster, Herbert Simon, ...), en Europe (Jean Piaget) et depuis les années 1970 en France (Francisco Varela, Edgar Morin, Henri Atlan, Jean-Louis Le Moigne).

Malheureusement, ces connaissances ne sont pratiquement pas enseignées dans les écoles d'ingénieurs. Et pas plus dans les autres écoles d'ailleurs !

Pourtant, l'étude des systèmes complexes avait fait l'objet de recommandations spécifiques de la part de la direction du CNRS dans son « schéma stratégique » de 2002, sous le titre : « L'étude des systèmes complexes, nouveaux défis de la science, appelle une démarche stratégique et scientifique, une vision d'ensemble et non à la simple agrégation de politiques disciplinaires. »

Deux chapitres de ce document étaient consacrés à ces champs de connaissances, respectivement intitulés : « Défis et enjeux de la complexité : Il s'agit là d'un véritable défi pour la connaissance. La nécessité s'impose aujourd'hui d'approcher dans des termes nouveaux la question de la complexité. Il faut développer de nouveaux instruments de pensée, permettant de saisir des phénomènes de rétroaction, des logiques récursives, des situations d'autonomie relative. »

Et : « S'attacher à la complexité, un véritable renversement épistémologique. C'est reconnaître que la modélisation se construit comme un point de vue pris sur le réel. L'exploration de la complexité se présente comme le projet de maintenir ouverte en permanence la reconnaissance de la dimension de l'imprédictibilité. »

Il nous semble que cet ouvrage mériterait d'être remis sur le métier, notamment pour les ingénieurs de notre pays !

6 Propositions d'IESF

Fort de l'ensemble de ces définitions et autres réflexions sur ce que pourrait (devrait ?) être l'éthique de l'ingénieur, IESF souhaite émettre quelques recommandations et propositions.

A cette fin, repartons de ce que nous avons énoncé comme ce qui caractérise la place centrale de l'ingénieur dans son rapport à l'éthique d'entreprise :

L'ingénieur porte une responsabilité particulière sur trois registres :

- Il est fortement engagé dans la conception des systèmes nouveaux,
- Il est toujours engagé dans la mise en œuvre et l'organisation des solutions imaginées,
- Il se trouve dans l'obligation, pour conduire de façon éthiquement responsable la conception et l'organisation de ces systèmes nouveaux, de se repenser lui-même, de se donner les moyens d'une vigilance éthique et d'un recul critique sur son action et ses choix.

Comment donc, sur chacun de ces trois axes, aider nos futurs ingénieurs à consolider leurs compétences et exercer leur métier et leurs missions avec un souci éthique constant ?



1^{ère} proposition : Renforcer la formation des ingénieurs aux nouveaux comportements éthiques et aux concepts de responsabilité d'entreprise

Que l'ingénieur prenne conscience des impacts de ses recherches, de ses travaux de conception, de ses réalisations techniques, et qu'il soit préparé à y faire face, est, selon IESF, un impératif majeur.

Dans sa charte éthique de l'ingénieur, IESF n'énonce-t-il pas en effet : « L'ingénieur intègre dans ses analyses et ses décisions l'ensemble des intérêts légitimes dont il a la charge, ainsi que les conséquences de toutes natures sur les personnes et sur les biens. Il anticipe les risques et les aléas ; il s'efforce d'en tirer parti et d'en éliminer les effets négatifs ».

Les écoles, les universités proposent aujourd'hui des formations quasi-intégralement tournées vers le savoir et le savoir-faire. Le « savoir-être » et le « savoir-penser », quand ils sont abordés, sont souvent considérés comme « une cerise sur le gâteau », ou une matière optionnelle.

Nous pensons tout au contraire qu'une solide préparation sur cette face trop souvent occultée du métier de l'ingénieur est absolument indispensable. Certes, il est illusoire de prétendre former quelqu'un à « savoir être », quand on sait qu'il s'agit là d'une lente construction tout au long de la vie. Mais il y a quand même moyen de donner à connaître quelques grands référents philosophiques, à découvrir les avancées considérables faites depuis un demi-siècle en sciences cognitives, en épistémologie, en modélisation systémique, en sciences de la complexité et de la conception, à réfléchir sur ce qu'est la responsabilité éthique dans les métiers de l'ingénieur !

On entend trop souvent l'objection qu'il s'agit là de théories bien éloignées des préoccupations concrètes de l'ingénieur. Cette assertion nous semble à la fois fausse et dangereuse. En effet, l'ingénieur est confronté quotidiennement à des situations complexes et incertaines, à la nécessité de comprendre comment les autres élaborent leurs points de vue, à la conception de processus de concertation ou de validation hypothèses, à l'élaboration d'une position « éthique » face à un problème grave, etc. C'est cela le concret d'une vie d'ingénieur ! Et c'est cela qu'on ne lui apprend pas, ou peu, dans les écoles.

La référence à des travaux théoriques en matière d'éthique, de responsabilité, de complexité, d'épistémologie, de systémique, sont aussi nécessaires dans la formation de l'ingénieur, que les théories mathématiques, physiques, statistiques.

Bien sûr, de même que l'on fait des travaux pratiques en physique, chimie, électricité, etc. pour illustrer et consolider les apports théoriques, il est important de tisser ces formations éthiques et épistémologiques avec des cas concrets et des situations réelles qui parlent aux étudiants.

IESF propose donc d'inscrire dans les cursus diplômants une formation solide, théorique et pratique :

- à l'épistémologie et aux sciences cognitives : comment se construit ma pensée ? suis-je un homme libre et responsable dans ma pensée ou un perroquet sous influence sans m'en rendre compte ?
- aux sciences de la conception,
- à la science des systèmes : la responsabilité de l'ingénieur est majoritairement dans la prise de conscience du système d'interdépendances dans lequel il agit et décide,
- à la complexité et à la pensée complexe : le courage d'affronter l'incertitude et d'agir au sein de ce qu'on ne comprend pas totalement et dont la maîtrise nous échappe en partie,



- et bien sûr à l'éthique et à la responsabilité en univers complexe, qui sont inséparables de la formation épistémologique.

Ces formations pourraient s'appuyer sur un vivier de cas concrets fournis par les entreprises elles-mêmes¹³. Cette saine collaboration aura, au passage, un effet retour très utile pour ces entreprises, car elle leur permettra d'étalonner leurs prises de position face à un cas éthique traité avec l'appréciation qu'en ont eu les jeunes ingénieurs lors des formations. Cet « ajustement » aidera les entreprises à mieux apprécier les valeurs et principes que ces futurs ingénieurs considèrent déjà comme impératifs.

2^{ème} proposition : Organiser une structure référentielle sur ces sujets d'éthique

IESF est convaincue de l'utilité d'un « Haut Conseil de l'Ethique » ayant pour vocation d'aider, d'accompagner les ingénieurs et les entreprises dans leurs questionnements, leurs orientations, et à les conseiller dans les décisions qu'ils sont amenés à prendre en cas de problèmes éthiques avérés.

Ce Haut Conseil serait sans doute composé de référents éthiques agissant dans les entreprises (Ethiciens, Compliance Officers, auditeurs, ...), de représentants des écoles et universités (Responsables des programmes pédagogiques, universitaires et chercheurs, ...), peut-être même d'étudiants ingénieurs également, afin de garantir la qualité « paritaire » de cette institution.

Son rôle premier serait d'être une structure d'accueil à tous les doutes (« lorsqu'on est dans le doute, on est déjà dans une démarche éthique »), et son apport serait d'élaborer collectivement, avec le ou les parties le sollicitant, des réponses adaptées.

Ainsi, pourraient être proposés aux entreprises, telles que nombre de PME-ETI qui n'ont pas les ressources propres à la mise en place d'une structure interne de management de l'éthique et de gestion d'un dispositif d'alerte professionnelle, des moyens mutualisés d'aide au traitement de leurs problématiques.

Enfin, ce Haut Conseil aurait également pour objectif d'établir des référentiels, c.-à-d. des recommandations éthiques à l'usage des ingénieurs et de leurs entreprises, construisant ainsi au fil de l'eau un recueil dit de « soft law » à destination de tous ceux qui accepteraient de s'y référer.

3^{ème} proposition : Construire un lien fort entre grandes entreprises et PME-ETI

IESF, dans le prolongement naturel des travaux engagés à l'occasion de son Livre Blanc « Construire, avec du sens, une économie prospère », souhaite aider à la mise en place de relations entre les structures dédiées à l'éthique au sein des grandes entreprises et les PME ETI dépourvues aujourd'hui de telles organisations. Cela pourrait se faire sur le principe de forums d'échanges réguliers, voire même de mise à disposition ponctuelles de ressources des unes en faveur des autres.

Est-il nécessaire de rappeler que les principes portés notamment par le projet de loi dit Sapin 2 vont faire un devoir à chaque entreprise de s'assurer du comportement vertueux de ses tierces parties (fournisseurs, sous-traitants, partenaires, clients, ...), ce qui rend sinon obligatoire mais du moins très fructueuse une collaboration étroite entre toutes les parties.

Ces trois propositions, si elles étaient suivies des faits, seraient selon IESF de nature à préparer nos ingénieurs aux challenges internationaux auxquels ils vont de plus en plus souvent être confrontés.

Rappelons, pour conclure ce qui est énoncé dans le chapitre 1er de la charte d'éthique de l'ingénieur¹⁴ établie par IESF (L'ingénieur dans la société) :

¹³ En parallèle, une action semblable, adaptée aux ingénieurs en fonction dans les entreprises et les administrations, est à développer et à déployer dans le cadre de la formation professionnelle permanente.

¹⁴ "Charte d'éthique de l'ingénieur" d'IESF annexée à ce document.



- L'ingénieur est un citoyen responsable assurant le lien entre les sciences, les technologies et la communauté humaine ; il s'implique dans les actions civiques visant au bien commun.
- L'ingénieur diffuse son savoir et transmet son expérience au service de la Société.
- L'ingénieur a conscience et fait prendre conscience de l'impact des réalisations techniques sur l'environnement.
- L'ingénieur inscrit ses actes dans une démarche de "développement durable".

Tout est dit, et peut-être est-il donc pertinent d'émettre une 4ème et ultime proposition :

4^{ème} proposition : Remettre cette Charte à tous les ingénieurs en passe d'obtenir leur diplôme, afin qu'elle les accompagne utilement tout au long de leur futur parcours professionnel



Bibliographie référencée

“Le Capitalisme est-il moral ?” d’André Comte-Sponville

2004 – Albin Michel

Réédition en Livre de Poche (2006)

“Spinoza, philosophie pratique” de Gilles Deleuze

Nouvelle édition 2003 – Edition de Minuit (pages 35 et 36)

“Guiding principles on Business and Human Rights – Implementing the United Nations Protect, Respect and Remedy framework”

2011 - Concept “Protect, Respect, Remedy” de John Ruggie

http://www.ohchr.org/Documents/Publications/GuidingPrinciplesBusinessHR_EN.pdf

“The Sciences of the Artificial” d’Herbert Simon

1996 – MIT Press –

Traduction française par Jean-Louis le Moigne « Les sciences de l’artificiel »

2004 – Gallimard - (citation de la page 201)

Le Cahier n° 19 d’IESF “pour une application raisonnée du principe de précaution”

Octobre 2015

http://home.iesf.fr/offres/file_inline_src/752/752_P_37266_56377f32ed7c6_2.pdf

“A quoi rêvent les algorithmes ?” de Dominique Cardon

2015 – Seuil

“Les ingénieurs et l’éthique – pour un regard sociologique” de Christelle Didier

2008 –Hermes / Lavoisier

“Penser l’éthique des ingénieurs » de Christelle Didier

2008 – PUF

“Le nouvel esprit scientifique” de Gaston Bachelard

1934 – PUF - (citation page 16)

“La modélisation des systèmes complexes” de Jean-Louis Le Moigne

1990 – Dunod

“Manifeste pour une éthique des affaires” de Dominique Lamoureux et Emmanuel Bloch

2014 – Cercle d’Ethique des Affaires

www.cercle-ethique.net



“Charte d’éthique de l’ingénieur” d’IESF (cf annexe)

http://jni.iesf.fr/offres/doc_inline_src/752/150731_Charte_ethique.pdf

“La place de l’éthique dans la formation de l’ingénieur” de Philippe Massé

13 avril 2016 – Conférence « Ethique scientifique face aux exigences sociétales » de l’Association française de mécanique

www.cti-commission.fr/IMG/pdf/ethique_ingenieur_masse_afm_2016.pdf

Guide “Compétences développement durable et responsabilité sociétale”

Mai 2016 – Conférence des Grandes Ecoles

<http://www.cge.asso.fr/qui-sommes-nous/commissions/4-developpement-durable-et-rse/groupe-de-travail/10-competences-liees-au-developpement-durable-et-a-la-responsabilite-societale>

“Manager dans (et avec) la complexité – Agir et comprendre pour ouvrir les voies du futur” de Dominique Genelot

Octobre 2016 – 5e édition – Edition Eyrolles



Ont collaboré à la rédaction de ces propositions

Dominique Lamoureux
Directeur Ethique et Responsabilité d'Entreprise,
THALES
Animateur du groupe de travail

THALES

Alain Champigneux
Adjoint au Directeur de l'Ethique
Groupe Renault



RENAULT

François Lureau
Président
IESF



Daniel Ameline
Responsable liaisons internationales,
Ancien Délégué Général
IESF



Dominique Genelot
Conseil en management

Patrick Samier
Vice-Président
Safran Training Solutions



Annexe

CHARTRE D'ETHIQUE DE L'INGÉNIEUR

L'ingénieur dans la société

- L'ingénieur est un citoyen responsable assurant le lien entre les sciences, les technologies et la communauté humaine ; il s'implique dans les actions civiques visant au bien commun.
- L'ingénieur diffuse son savoir et transmet son expérience au service de la Société.
- L'ingénieur a conscience et fait prendre conscience de l'impact des réalisations techniques sur l'environnement.
- L'ingénieur inscrit ses actes dans une démarche de "développement durable".

L'ingénieur et ses compétences

- L'ingénieur est source d'innovation et moteur de progrès.
- L'ingénieur est objectif et méthodique dans sa démarche et dans ses jugements. Il s'attache à expliquer les fondements de ses décisions.
- L'ingénieur met régulièrement à jour ses connaissances et ses compétences en fonction de l'évolution des sciences et des techniques.
- L'ingénieur est à l'écoute de ses partenaires ; il est ouvert aux autres disciplines.
- L'ingénieur sait admettre ses erreurs, en tenir compte et en tirer des leçons pour l'avenir.

L'ingénieur et son métier

- L'ingénieur utilise pleinement ses compétences, tout en ayant conscience de leurs limites.
- L'ingénieur respecte loyalement la culture et les valeurs de l'entreprise et celles de ses partenaires et de ses clients. Il ne saurait agir contrairement à sa conscience professionnelle. Le cas échéant, il tire les conséquences des incompatibilités qui pourraient apparaître.
- L'ingénieur respecte les opinions de ses partenaires professionnels. Il est ouvert et disponible dans les confrontations qui en découlent.
- L'ingénieur se comporte vis-à-vis de ses collaborateurs avec loyauté et équité sans aucune discrimination. Il les encourage à développer leurs compétences et les aide à s'épanouir dans leur métier.

L'ingénieur et ses missions

- L'ingénieur cherche à atteindre le meilleur résultat en utilisant au mieux les moyens dont il dispose et en intégrant les dimensions humaine, économique, financière, sociale et environnementale.
- L'ingénieur prend en compte toutes les contraintes que lui imposent ses missions, et respecte particulièrement celles qui relèvent de la santé, de la sécurité et de l'environnement.
- L'ingénieur intègre dans ses analyses et ses décisions l'ensemble des intérêts légitimes dont il a la charge, ainsi que les conséquences de toute nature sur les personnes et sur les biens. Il anticipe les risques et les aléas ; il s'efforce d'en tirer parti et d'en éliminer les effets négatifs.



- L'ingénieur est rigoureux dans l'analyse, la méthode de traitement, la prise de décision et le choix de la solution.
- L'ingénieur, face à une situation imprévue, prend sans attendre les initiatives permettant d'y faire face dans les meilleures conditions, et en informe à bon escient les personnes appropriées.

PRÉAMBULE

AG IESF (ex CNISF) 12 mai 2001

Devenues de plus en plus puissantes les techniques apportent de grandes avancées dans la vie quotidienne, dans le devenir de notre société et de son environnement ; mais elles sont aussi porteuses du risque de fortes nuisances.

Par ailleurs, tandis que leur complexité les rend difficilement compréhensibles, et que le pouvoir de l'information s'accroît, la désinformation peut conduire l'opinion publique à des sentiments exagérés de sûreté, à des psychoses sans fondement, à des peurs irraisonnées.

Les ingénieurs ont à assumer, en conséquence, un rôle essentiel et double dans la société, d'abord dans la maîtrise de ces techniques au service de la communauté humaine, et aussi dans la diffusion d'informations sur leurs possibilités réelles et sur leurs limites, et dans l'évaluation des avantages et des risques qu'elles engendrent.

Du fait des caractéristiques propres à l'exercice de leur métier, les ingénieurs ont un comportement empreint de rigueur ; il devient de plus en plus impératif qu'ils clarifient et explicitent les repères qui servent de référence à ce comportement.

C'est pourquoi IESF s'est doté d'une Charte d'Ethique. Cette Charte doit être considérée comme la profession de foi de tous ceux qui figurent dans le Répertoire Français des Ingénieurs créé par IESF.

Référence pour les ingénieurs, la Charte aidera les élèves-ingénieurs à se préparer à l'exercice de leur métier. Elle permettra que les valeurs qui guident les ingénieurs soient mieux comprises de tous.

La Charte annule et remplace l'ancien "code de déontologie" du CNISF.

L'appellation "code de déontologie" sera désormais réservée à des documents qui définissent les comportements professionnels corrects dans chacun des métiers d'ingénieurs et dont le non-respect pourrait entraîner l'application de sanctions.

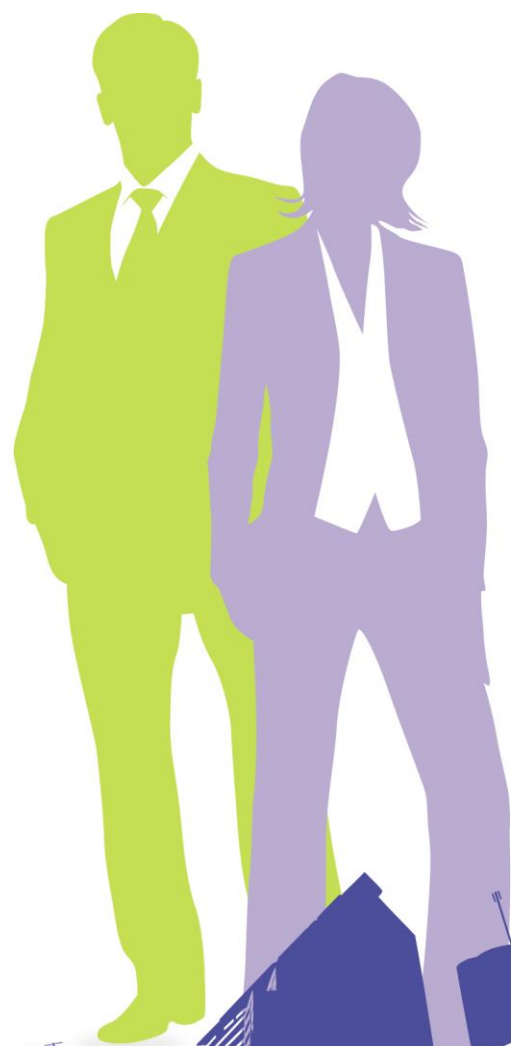
IESF remercie par avance tous ceux qui, par leurs interventions, contribueront à faire connaître la Charte, à la faire respecter, à la faire vivre et à la faire progresser.



Développer le jeu collectif entre les entreprises



IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE



Développer le jeu collectif entre les entreprises

Le comportement individualiste et de rapport de force, ancré dans notre culture française, aboutit de plus en plus à une impasse dans le monde actuel. Prendre position seul est rarement possible. On a besoin de l'autre pour réussir.

Dans le monde ultra concurrentiel de la mondialisation, le « collectif », ou « chasse en meute » associant grandes entreprises de plus de 5 000 personnes, PME de moins de 250 personnes et ETI comprenant 250 à 5000 salariés, porte en lui un énorme potentiel d'amélioration de notre performance industrielle, gisement de réindustrialisation et de génération d'emplois pérennes et rentables dans notre pays.

Notre culture française est-elle compatible avec ce jeu collectif ? Comment peut-il se déployer et quels résultats en attendre ?

Cette notion de jeu collectif entre les entreprises, peut être déclinée sur plusieurs axes :

1 Innovateurs et intégrateurs de solution

Ouvrir L'innovation... c'est comme les enfants ! Il ne suffit pas d'en avoir, il faut surtout les élever. L'innovation aboutie, celle qui se traduit en croissance, suppose une rencontre entre l'innovateur (un labo de recherche, une start-up, une industrie de technologie...) et l'intégrateur (un grand groupe, une industrie manufacturière, un opérateur, un systémier...).

Cette rencontre n'est en rien évidente et le succès appelle une collaboration active.

L'« innovateur » doit comprendre la problématique et les facteurs clés de succès de l'« intégrateur ». L'« intégrateur » doit descendre assez profondément dans la compréhension de l'innovation pour élargir le champ des utilisations possibles pour lui.

L'échec vient naturellement lorsque l'intégrateur est campé dans un rôle d'acheteur de solutions clés en mains : « Dites-moi en quoi votre nouveau laser va me permettre de gagner en efficience dans mon usine de fabrication ». Et l'échec vient tout autant lorsque l'innovateur se cantonne à son seul domaine, éloigné du monde de son « client ».

Par contre, lorsque la rencontre se fait, la création de valeur est au rendez-vous :

Dans le domaine des véhicules autonomes, l'industrie automobile utilise des technologies initialement développées pour l'aéronautique (RADAR, Pilote Automatique...), des technologies issues du monde des communications et de la connectivité ou des automatismes.

La clef a été de comprendre parfaitement le besoin du marché de la mobilité et de travailler sur la réduction des coûts tout en conservant les nécessités de sécurité et de fiabilité.

Un rêve qui semblait impossible il y a encore 5 ans est en train de devenir réalité et des véhicules seront disponibles avant la fin de la décennie.



2 Clients/fournisseurs ou partenaires ?

Les relations entre partenaires économiques se déploient souvent selon un schéma traditionnel clients/fournisseurs.

La mise sous pression de la base fournisseurs a été, et reste, le principal moyen pour réduire les coûts d'achats et améliorer la valeur ajoutée au niveau du systémier.

Cette relation clients/fournisseurs est déployée à grands renforts de politique, procédures, processus de validation des fournisseurs, appels d'offres, consultations, contrats cadres, appels sur commandes, contrats classiques...

Et si tout cela étouffait une possibilité de coopération plus étroite ? Chaque contributeur pleinement responsable d'une fraction de la valeur ajoutée d'ensemble, mais conscient que son succès entraîne celui des autres, et dépend de celui des autres.

Il est souvent rare dans notre environnement mondialisé et de plus en plus concurrentiel, de ne pas se retrouver dans une configuration d'interdépendance, au moins avec ses fournisseurs clefs.

Tire-t-on toute la substantifique moelle de la capacité d'innovation de ses fournisseurs, si nous restons dans une logique de rapport de force et de défiance avec eux ?

La complexité s'accroît souvent de façon exponentielle dans les produits et services. La logique du « contrat complet », consistant à vouloir tout maîtriser à travers des exigences contractuelles toujours plus détaillées est-elle toujours adaptée ? Arrivera-t-on à tout prévoir et ne s'expose-t-on pas à des dossiers de réclamations longs et coûteux, résultant de cette attitude de défiance qui prévaut très souvent dans les relations entre clients et fournisseurs ?

Le modèle traditionnel clients/fournisseurs est-il toujours pertinent ?

Dans quelles circonstances et dans quelles limites serait-il pertinent de développer une approche différente, plus collaborative, plus collective ?

Certaines initiatives, comme celle de cette société de cabine d'avion VIP, montrent qu'un mode de fonctionnement plus collaboratif, en confiance, entre les partenaires industriels clefs contribuant à un même produit/ système, permet d'atteindre un niveau de performance collective inatteignable par le schéma traditionnel clients-fournisseurs.

Les équipements de cabine d'avion VIP font appel à des « meubles » issus de fournisseurs du domaine de l'artisanat de haut de gamme (pour ne pas dire du « luxe »).

Il a souvent été très compliqué de faire coopérer ces deux mondes dont les cultures étaient parfois opposées.

Les résultats se répercutaient dans de gros retards à la livraison et des conflits répétés entre le client intégrateur et ses fournisseurs, dont le client final était souvent l'otage....

Grâce à un travail avec ses fournisseurs clefs, sur la relation (confiance et agilité) basée sur un engagement collectif autour d'un sens partagé (que veut le client final, à quoi servons nous collectivement), cette entreprise filiale d'un grand groupe aéronautique livre aujourd'hui dans les délais et à des taux de satisfaction extrêmement élevés des cabines dont le design intègre avec fluidité, tout le talent de ses « artistes » fournisseurs.



3 Filières ou clusters ? Contrats ou partenariats ?

La notion de filière industrielle est bousculée par le renforcement du contenu technologique des objets.

Une automobile intègre aujourd'hui des composants ou équipements de technologie très avancée, issus d'innovations venant de la chimie, de l'électronique, des matériaux, de l'optique, des lasers, du soft.

Plus qu'une organisation en filière, on fait face à des clusters où innovations, composants, équipements, systèmes, services, domaines d'applications s'entrelacent plus que ne s'alignent.

Les mêmes architectures de lasers débouchent sur des applications de métallurgie industrielle autant que pour des programmes scientifiques. Elles utilisent comme composants racines, les mêmes matériaux lasers développés pour les applications de défense, lesquelles ne peuvent être mises en œuvre sans les composants électroniques issus de l'électronique grand public !

L'organisation contractuelle traditionnelle, en arborescence descendante n'est-elle pas définitivement en échec pour régir un tel entrelacs de relations ?

Quels partenariats pour pallier cette difficulté ? Comment coopérer et préserver ses intérêts en même temps ? Peut-on être partenaires sur un thème et concurrents sur un autre ? Peut-on être simultanément partenaire de deux concurrents ?

Ces enjeux de complexités et d'interdépendances ont été relevés à travers la démarche Agilité Confiance dans des clusters aéronautiques Midi-Pyrénées :

Agilité Confiance a permis de renforcer la performance collective de donneurs d'ordre et de leurs fournisseurs, par le développement de l'agilité et de la confiance et par des organisations en cercle plutôt qu'en arborescence descendante.

Il s'agit, en travaillant sur le facteur humain, de promouvoir et faire fonctionner « l'Entreprise étendue » dans laquelle les relations clients-fournisseurs sont optimisées au travers :

- D'une vision partagée des enjeux et des stratégies,
- De l'application de processus et d'interfaces compris et acceptés,
- Et de la mise en œuvre de l'« intelligence collective » de partenaires.

Les PME trouvent alors une place légitime, amenant innovation et compétitivité, dans un environnement constructif et respectueux de leur identité.



4 Solutions globales à l'export

La « chasse en meute », expression presque surannée tellement elle a été employée, désigne une pratique plus souvent prêtée à nos amis allemands, celle de se présenter à l'exportation en équipe : intégrateurs, équipementiers, prestataires de service... pour une solution globale.

Mythe ou réalité ? un peu des deux !

Efficace ? dans certains cas, assurément !

Preuve en est avec le "contrat du siècle" remporté par DCNS en Australie, qui est venu couronner une impressionnante série de succès pour l'industrie française de défense : Rafale en Egypte et au Qatar, corvettes en Egypte, satellites militaires au Maroc et aux EAU...

Depuis deux ans, tout se passe comme si une vague irrésistible portait l'« équipe de France de la défense ». L'analogie sportive ne doit cependant rien aux circonstances, pas plus que cette réussite n'est le fruit du hasard.

Alors que les produits, les compétences ou la géopolitique n'ont que peu changé par rapport à une époque encore récente où nous allions de déception en déception, c'est bien la capacité de tous les acteurs impliqués à désormais œuvrer en équipe qui fait aujourd'hui toute la différence.

Et la confiance est le ciment de cette dynamique collective.

Ces réussites sont la preuve retentissante que le succès est à portée de la main sitôt que l'on fait confiance à l'autre et que l'on s'attache à ne pas trahir celle qu'il vous accorde.

Recommandation n°1 : Construire des écosystèmes de confiance dans nos territoires

L'objectif est de construire des filières d'excellence plus solidaires, innovantes et compétitives.

Basées sur la confiance et l'agilité des acteurs, ces filières partageront un but commun : sécuriser et développer les emplois industriels dans nos régions.

Les relations entre partenaires économiques s'organisent souvent selon un schéma traditionnel de rapport de force clients/fournisseurs.

La « mise sous-pression » des fournisseurs reste le principal moyen pour réduire les coûts d'achats et améliorer la valeur ajoutée au niveau du systémier. Ces relations clients/fournisseurs sont déployées à grands renforts de politique, procédures, processus de validation des fournisseurs, etc... L'amélioration des processus industriels chez les fournisseurs se fait au travers de pratiques souvent « imposées », parfois non complètement assimilées, laissant peu de place à l'autonomie pour des progrès futurs.

La défiance qui découle de ces rapports de force freine considérablement la capacité d'innovation des fournisseurs et de l'écosystème, et il débouche sur un désengagement des acteurs, d'importants coûts de friction et une perte de performance collective.



Dans un contexte de plus en plus complexe dans lequel réactivité et innovation sont les maîtres mots, le contrat traditionnel est définitivement tenu en échec pour régir les relations clients/fournisseurs. La logique du « contrat complet », consistant à vouloir tout maîtriser à travers des formules toujours plus détaillées, conduit à des frictions et des processus de 'claims' longs et coûteux.

Et ces comportements « directifs » fortement ancrés dans notre culture française, aboutissent de plus en plus à une impasse.

Il est donc temps de déployer de nouveaux modèles d'émulation des synergies locales, en activant le facteur humain et la confiance !

Comment y parvenir ?

L'initiative « Agilité Confiance » lancée par Aerospace Valley dans la filière Aéronautique Midi-Pyrénées a révélé tout le potentiel sous-exploité de la performance collective impliquant le facteur humain.

Cette démarche a abouti à :

- Un fonctionnement en « Entreprises Étendues », les 'Grappes'
- De l'application de processus et d'interfaces compris et acceptés,
- Et de la mise en œuvre de l'« intelligence collective » de partenaires.

Les relations entre donneurs d'ordre et fournisseurs clefs sont ainsi optimisées au travers d'une vision partagée des enjeux et des stratégies, de l'application de processus et d'interfaces compris et acceptés, et de la mise en œuvre de l'intelligence collective des partenaires.

Cette initiative a conduit à une surperformance jusqu'alors inatteignable par les approches traditionnelles. Pour exemple, on peut noter l'augmentation de 60% à 90% en moyenne des On Time Delivery fournisseurs, la réduction par 4 des pénalités de retard, la réduction de 30% des non-conformités,...

Par conséquent, chaque contributeur devient pleinement responsable d'une fraction du total de la valeur ajoutée et conscient que son succès entraîne et dépend de celui des autres.

Cette initiative a également facilité la création de 'synapses' entre acteurs qui ignoraient parfois la présence ou le métier de l'autre. Ainsi au-delà de la performance collective améliorée, cette démarche a créé les conditions d'une innovation plus fluide et pertinente.

Nous recommandons ainsi de :

- 1) Démultiplier des projets territoriaux d'entreprises étendues, axés sur le développement de nouveaux modèles d'émulation des synergies locales, en activant le facteur humain et la Confiance,
- 2) Lancer des initiatives de ce type dans 5 bassins d'emplois à l'horizon 2017, avec le soutien du Ministère de l'Economie et de l'Industrie, en s'appuyant sur les Pôles de compétitivité des régions concernées,
- 3) Organiser des échanges inter-Pôles, tirant partie au maximum des retours d'expériences de chaque région,
- 4) Obtenir un soutien financier par les DIRECCTE, en s'inspirant du soutien de la DIRECCTE de Midi-Pyrénées dans le cadre de l'initiative Agilité Confiance d'Aerospace Valley.



Bénéfice attendu

Notre ambition est de construire des avantages compétitifs durables par un maillage en “Grappes d’entreprises” basés la Confiance, contribuant à sécuriser et développer les emplois industriels dans les régions françaises.

L’objectif est de construire des filières d’excellence plus solidaires, innovantes et compétitives.

Visons, à travers cette démarche, un impact sur au moins 50 000 emplois !

Recommandation n°2 : Renforcer le soutien à l’innovation

Développer la croissance par l’innovation, en renforçant le jeu collectif entre les entreprises et en optimisant le soutien existant à l’innovation scientifique, technologique et industrielle.

Comment y parvenir ?

Les initiatives pour développer la croissance et l’emploi sur les marchés porteurs sont multiples.

La revue du dispositif de soutien à l’innovation scientifique, technologique et industrielle pourrait significativement contribuer à la montée en efficacité et au potentiel d’impact de ces innovations.

Il est proposé de mettre en place un cadre clair pour les différentes parties prenantes, principalement basé sur le rassemblement et la structuration de l’existant selon deux dimensions :

- Une redéfinition des missions des pôles de compétitivité favorisant notamment davantage de collaborations. Il devient nécessaire de repréciser les missions des Pôles de compétitivité et des grands chantiers avec moins de frontières, plus de dialogues innovateurs / intégrateurs tout en conservant leur dimension thématique et territoriale conformément aux orientations de phase 3.
- Une dimension transverse et nationale avec la création d’une Agence d’innovation interministérielle forte, en charge des priorités trans-thématiques et trans-territoires. Cette Agence serait en charge également de coordonner les politiques des pôles dans le cadre de la politique nationale d’ensemble et des politiques régionales de développement économique.

Elle serait une agence d’exécution de projets pour :

- sélectionner et suivre les projets,
- rassembler les ressources attribuables dans le cadre de politiques d’éligibilité clarifiées et donnant plus de place aux innovateurs,
- assurer l’interface avec les politiques européennes.

Cette agence devra s’appuyer sur des personnels rompus à la conduite de projets, détachés d’établissements publics ou privés

Bénéfice attendu

- Amener de la simplicité, réduire le foisonnement, amener de la transparence
- Développer au plan national comme au niveau des territoires les compétences pour structurer et analyser des projets, avec une place accrue donnée aux innovateurs
- Faire monter en compétitivité des projets émergents et existants
- Répondre davantage aux besoins des industriels



Ont collaboré à la rédaction de ces propositions

Jacques Lefevre
Directeur Associé STRATORG,
Président ISAE Executive Club,
Animateur du groupe de travail



Maelle Duquoc
Ernst & Young



Philippe Lugherini
Président Directeur Général de CILAS,
Président de Nuclétudes,
Président de l'Amicale ISAE SUPAERO



Jean-Marc Nozeran
Fondateur du réseau TEAM-PACT,
Directeur Associé STRATORG



Claire Paponneau
ORANGE



Julien Pelcot
Vice-Président Hydro-Service,
Alstom Renewable Power



**Notoriété internationale :
transformer les établissements
de formation en multinationales,
vecteur d'influence
de l'industrie France**



Notoriété internationale : transformer les établissements de formation en multinationales, vecteur d'influence de l'industrie France

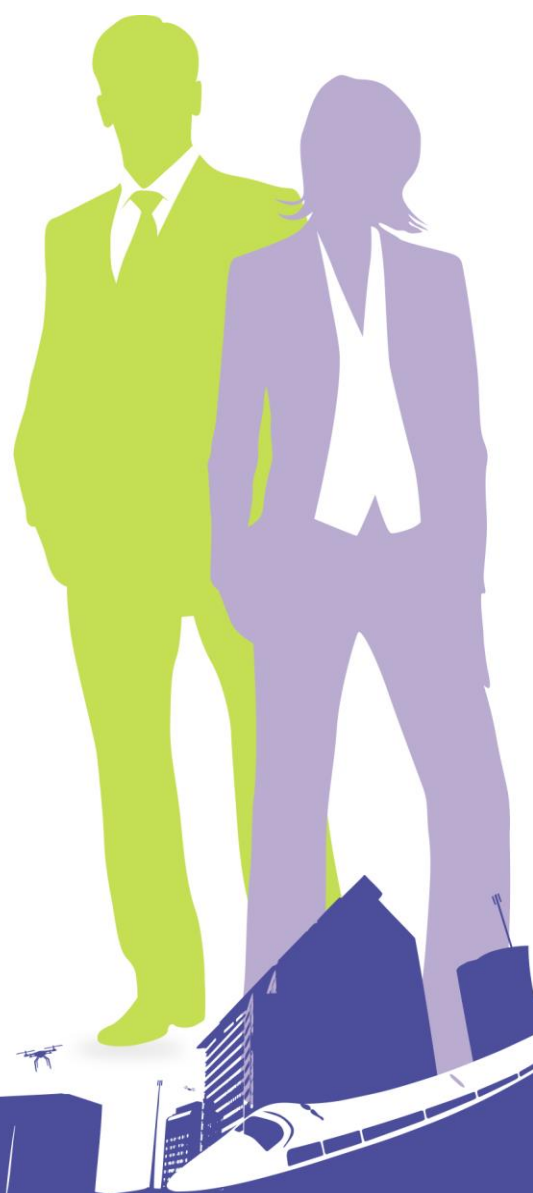
Ce chapitre est disponible en ligne sur le site d'IESF dans la rubrique des publications :
http://home.iesf.fr/752_p_43968/parution-des-propositions-des-iesf.html



Développement de l'Industrie du Futur



IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE



Développement de l'Industrie du Futur

1 Contexte général

La quatrième révolution industrielle, à l'évidence, est bien en marche, tous les jours nous en avons la démonstration au travers de nouveaux modes d'organisation autant marchands qu'industriels de la société.

Nous sommes confrontés à des ruptures majeures aussi bien liées à l'évolution des technologies qu'à la mondialisation de l'économie avec l'émergence et la maturité de nouveaux acteurs : le défi de la transition énergétique, la révolution du numérique, la protection de notre planète, les convergences entre les sciences du vivant et sciences dures, et tout ce que ces avancées peuvent poser comme questions dans le domaine éthique¹.

Cette 4ème révolution industrielle ne touche pas uniquement les différents secteurs de l'industrie au sens traditionnel – industries de transformation, la chimie, la pharmacie, l'agro-alimentaire, mais également bien d'autres secteurs comme celui des services, du développement durable, de l'aide à la personne notamment. Dans ces secteurs nous voyons les technologies numériques produire les mêmes effets d'accélération et de modifications profondes de la conception, des pratiques qui prennent en compte de nouveaux usages des produits et services par les bénéficiaires et les clients : L'Usage devient un élément central de préoccupation².

Cette évolution, liée à l'intrusion du numérique, entraîne des modifications profondes dans bien des aspects de la conduite des entreprises notamment :

- De nouveaux modèles des plans d'affaires des sociétés – business models,
- Des procédés de production et fabrications automatisés grâce aux objets connectés, de la fabrication additive, des jumeaux numériques, de la réalité augmentée, de la numérisation de la chaîne de valeur,
- La dimension critique de la génération et de l'accès aux données numériques et de leurs traitements,
- Sans oublier que ces transformations sont aussi source de productivité, d'innovation, objectifs clefs pour faire face aux enjeux des marchés de plus en plus ouverts, mondiaux et en constante mutation.

Ces changements de paradigmes technologiques et sociétaux, sont certes dans une première approche source de préoccupation et même de crainte, mais ils représentent surtout une opportunité puissante de développement et de rayonnement de l'industrie que notre pays, notre économie, nos dirigeants ne peuvent ignorer.

Les fédérations et groupes professionnels, depuis plusieurs années, ont déjà initié des réflexions, élaboré des programmes d'actions, d'information pour encourager et accompagner leurs adhérents à se saisir de cette dynamique pour moderniser, développer leurs entreprises en s'appuyant sur les potentiels qui semble sans limite qu'offrent les technologies du numérique^{3 4 5 6 7 8}.

Nous ne partons pas zéro, des bases solides existent déjà qui demandent à croître et à se développer fortement.

¹ Réf : IESF 8 propositions 2015

² En 1998 François MICHELIN dans entretiens « Et Pourquoi pas » p 55 : Nous ne fabriquons pas des pneus mais des objets susceptibles d'aider à transporter des gens qui ont besoin de se déplacer... Du jour où nous oublions que nous fabriquons des objets qui ont une finalité de service, nous faisons une erreur qui peut être mortelle. »

³ FIM Fédération des Industries Mécaniques : octobre 2015 : Guide Pratique de l'Usine du Futur, CETIM : Ouvrons les portes du futur

⁴ FIEEC Fédération des Industries Electriques Electroniques et de Communication : Une Histoire d'Avenir juillet 2015

⁵ Acstel Alliance des Composants et Systèmes pour l'Industrie Electronique : 2012-2017 LE TEMPS D'UNE AMBITION

⁶ UIC Union des Industries Chimiques : Innovations & Solutions Concrètes en Faveur du Climat CARE 2015

⁷ Syntec NUMERIQUE : Transformer l'Industrie par le numérique Livre Blanc Industrie du Futur Avril 2016

⁸ Les industries de l'Automobile, de l'Aéronautique et Spatial, de l'Energie, des Travaux Publics et Bâtiments, Santé et autres ont également initiés de tels programmes liés à l'introduction du numérique



Face à ces changements, ces évolutions ces bouleversements pour certains que pensent les jeunes lycéens et étudiants de cette Industrie du Futur ?

Dans une étude d'Opinionway de juin 2016 concernant « Le regard des Français sur l'Industrie du Futur », il ressort que :

- 91 % des jeunes pensent que l'industrie existera dans le futur,
- 69 % que l'Industrie du Futur existe déjà par contre 26 % pensent qu'il sera plutôt facile de trouver un emploi en France contre 50 % à l'étranger,
- 42 % de ces jeunes aimeraient travailler dans l'industrie.⁹

Ces résultats sont encourageants et positifs soyons réalistes beaucoup de chantiers sont devant nous pour construire cette société qui sera profondément bouleversée. Ces changements profonds transforment et font certes évoluer les structures d'organisation des entreprises et leurs modes de gouvernances, de même pour les associations et les organismes publics qui entrent dans cette dynamique.

Il est légitime de se poser la question de l'impact de ces nouvelles technologies sur l'emploi ! Ne niions pas que beaucoup de personnes ressentent certaines craintes à cet égard. Dans Les Synthèses de la Fabrique, son N°1 de décembre 2015, la Fabrique de l'industrie – laboratoire d'idées, publie une étude traitant de l'Automation, emploi et travail en posant la question « Le robot tue-t-il l'emploi ? ».

Cette étude conclue à la résultante de 4 effets découlant de l'impact de l'automatisation :

1. Baisse des emplois dans l'unité de production par la substitution du capital au travail, si le niveau de production reste constant,
2. Si l'entreprise est devenue plus compétitive et gain de part de marché à l'international, augmentation de l'emploi,
3. Création d'emplois qualifiés liés à la conception, réalisation et installation des robots,
4. Création de nouvelles activités par la libération du temps gagné par les robots.

Effectivement la structure de l'emploi change, d'où la nécessité d'anticiper et de prendre en charge les dynamiques d'évolution des identités professionnelles dans l'entreprise.¹⁰

Mais nous ne pouvons cependant ignorer les interrogations éthiques et même philosophiques que posent la convergence de ces nouvelles technologies particulièrement celles dites NBIC¹¹ spécifiquement dans le monde médical.

Une des premières de ces interrogations se rapporte à la sécurité des données médicales dans le respect de la confidentialité ; de récentes affaires aux Etats Unies illustrent les risques de piraterie « informatique ». ¹²

⁹ Enquête Opinionway de juin 2016 : Le regard des français sur l'industrie et son futur

¹⁰ Gabriel COLLETIS, professeur d'économie à la faculté de Toulouse : Les Synthèses de la Fabrique N ° 1 décembre 2015 : Le robot tue-t-il l'emploi ?

¹¹ Luc FERRY La REVOLUTION TRANSHUMANISTE : Introduction p11 : « NBIC nanotechnologies – biotechnologies – informatique (big data, Internet des objets) – cognitivism (intelligence artificielle et robotique) auxquelles on peut ajouter les nouvelles techniques d'hybridation – imprimante 3D – la réalité augmentée » dont les usages se développent de façon exponentielle »

¹² Selon le QUOTIDIEN DU MEDECIN du jeudi 9 juin, Laurence MAUDUIT : Les pirates informatiques n'hésitent plus à s'attaquer aux établissements de santé et à leur demander des rançons. La société française de télémédecine a tiré la sonnette d'alarme lors du récent salon hospitalier paris health week.



La question de la révolution transhumaniste est déjà posée en dehors de la France, le débat appartient à l'Homme, elle concerne l'ensemble des citoyens sur des questions très précises, par exemple qu'en est-il de l'idéal thérapeutique « amélioration / augmentation » dont la ligne de démarcation est floue et débouche rapidement sur des questions éthiques.¹³

Ce débat sociétal appartient au domaine public afin que la régulation puisse jouer et s'exprimer, la société civile étant souvent l'expression d'intérêts particuliers.¹⁴

2 L'Industrie du Futur : une ambition nationale

Les pouvoirs publics, constatant la désindustrialisation continue de notre pays et face aux enjeux des économies mondialisées ont initié différents programmes et projets : « La Nouvelle France industrielle » d'Arnaud Montebourg¹⁵ en septembre et celui d'Anne Lauvergeon « Innovation 2030 »¹⁶ et octobre 2013 qui ont été repris en juillet 2015 sous une nouvelle structure afin de mieux répondre à ce mouvement profond de compréhension, d'initiatives et de transformations de notre paysage industriel et économique.

C'est ainsi qu'est née la dynamique visant à créer et organiser l'Industrie du Futur, sa Vision, son Mouvement, ses Ambitions en lui donnant une expression opérationnelle au travers de l'Alliance Industrie du Futur, association loi 1901, qui regroupe des acteurs majeurs : industriels, associations professionnels, enseignements supérieurs fortement engagés et référents pour la réussite de cette ambition nationale.¹⁷

L'Industrie du Futur repose sur une ambition élargie et capitalise sur les acquis du plan Usine du Futur. Outre la modernisation de l'outil de production, il s'agit d'accompagner les entreprises dans la transformation de leurs modèles d'affaires, de leurs organisations, de leurs modes de conception et de commercialisation, dans un monde où les outils numériques font tomber la cloison entre industrie et services.

L'Industrie du Futur change le paradigme de la stratégie industrielle selon le cabinet Roland BERGER

Outre la modernisation de l'outil de production, il s'agit d'accompagner les entreprises dans la transformation numérique de leurs modèles d'affaires, dans la recherche de plus de flexibilité des organisations, de leurs modes de conception et de commercialisation, dans un monde où les objets numériques font tomber la cloison entre industrie et les marchés qui se conçoivent pleinement dans la dimension internationale :

¹³ Luc FERRY La REVOLUTION TRANSHUMANISTE : Introduction p13

¹⁴ Luc FERRY La REVOLUTION TRANSHUMANISTE : Conclusion 238

¹⁵ Le projet de la Nouvelle France industrielle prévoyait 34 plans initiaux – septembre 2013,

¹⁶ Anne LAUVERGEON : les 7 ambitions pour l'Innovation en France : www.elysee.fr/assets/pdf/rapport-de-la-commission-innovation-2030

¹⁷ Les 11 membres fondateurs regroupés sous la forme d'une association loi 1901 :

- Président opérationnel : Philippe DARMAYAN assisté de 2 coprésidents d'honneur : Pascal DALOZ et Frédéric SANCHEZ,
- Collège organisations professionnelles : OI AFDEL éditeurs de logiciels, FIEEC, FIM, Gimelec, SYMOP machines et techniques de production, SYNTEC Numérique, UIMM industries et métiers de la métallurgie,
- Collège des partenaires technologiques : CEA List, CETIM,
- Collège partenaires académiques : Arts et Métiers ParisTech, INSTITUT Mines – Télécom,

8 nouveaux membres depuis juillet 2015 :

- La plate forme Automobile PFA, l'UIC Union des Industries Chimiques, CESI Centres des Etudes Supérieures Industrielles, la Fédération de la Plasturgie et Composites, le Cercle de l'Industrie, la Jules Vernes Manufacturing Valley JVMV, les CCI de France et l'Institut de la Soudure



- Du produit à l'usage, de la production de masse à la customisation de masse,
- De la production de volume aux unités locales et flexibles,
- De la pénibilité à l'amélioration de la qualité de la vie au travail.¹⁸

C'est ainsi que fut créée en juillet 2015 l'Alliance Industrie du Futur sous l'impulsion de monsieur Emmanuel MACRON, ministre de l'Economie, de l'Industrie et du Numérique. Cette structure, de 11 membres à l'origine, réunit des organisations professionnelles de l'industrie et du numérique ainsi que des partenaires académiques et technologiques ; à ce jour elle regroupe 23 membres, elle s'est donnée pour ambition commune de :

« Faire de la France un leader du numérique mondial et propulser l'ensemble du tissu économique national au cœur des nouveaux systèmes industriels. »

Pour soutenir cette ambition, l'Alliance Industrie du Futur a défini 6 axes prioritaires se déclinant en programmes spécifiques bien identifiés¹⁹ :

1. Accompagner les entreprises vers l'industrie du futur,
2. Développer l'offre technologique du futur,
3. Préparer l'Homme à l'industrie du futur, coévolution, prospective et formation,
4. Promouvoir des vitrines technologiques d'excellences,
5. Renforcer les actions de normalisation, en particulier à l'international,
6. Valoriser l'offre technologique existante.

Cette ambition de dynamiser le développement industriel de notre pays se fonde sur le constat réaliste que « notre pays dispose de ressources, de savoir-faire et des technologies lui permettant d'être un des acteurs majeurs de l'Industrie du Futur ».²⁰

La place de la technologie

Ces évolutions des pratiques et des procédés qui touchent aussi bien les différents secteurs industriels que ceux des services, ne sont possibles que par les avancées prodigieuses des technologies du fait de l'intrusion des technologies liées au Numérique.

La DGE – Direction Générale des Entreprises – organisme du ministère de l'Industrie- a travaillé à dresser un panorama des technologies dont la maîtrise permet d'obtenir et de renforcer un avantage compétitif pour les entreprises qui les pratiquent.

Cet inventaire est présenté dans l'ouvrage du CETIM : Technologies Prioritaires 2020²¹ qui fait apparaître 5 tendances majeures :

L'avènement du numérique modifie les usages ;

- La conception et la fabrication sont intimement liées ;
- L'Homme reprend sa place au centre du système productif ;
- L'usine est économe et respectueuse de l'environnement ;
- La mesure, le contrôle et la surveillance favorisent l'anticipation ;
- Les techniques numériques raccourcissent les cycles.

¹⁸ Roland BERGER Industrie du Futur : Nouvelle donne industrielle – nouveau modèle économique 13 avril 2016

¹⁹ Site officiel Alliance Industrie du Futur : Frédéric SANCHEZ Coprésident d'honneur de l'Alliance.

²⁰ Site La Fabrique de l'Industrie : N°4 mars 2016 : L'Industrie du Futur à travers du monde ; La Fabrique de l'Industrie, fondée par l'UIMM de la Métallurgie, le cercle de l'Industrie et le Groupe des Fédérations Industrielles, se donne pour mission d'alimenter et stimuler le débat sur l'industrie et ses enjeux, d'aider à la construction de visions, perspectives et d'une ambition pour l'industrie française dans le cadre national, européen et mondial, participer au développement des analyses innovantes et faciliter l'évolution des modes de production plus consensuel et durables.

²¹ Ouvrage du CETIM : Technologies prioritaires 2020 en mécanique : Introduction



Ces 5 tendances sont mises en œuvre au travers de « briques » interdépendantes qui constituent une véritable architecture technologique se rapportant à des applications spécifiques liés à des secteurs d'activité industriels et applicables dans ceux des services, cela concerne :

- La Mécanique des matériaux et surfaces, les procédés de fabrication, la conception et simulation, la mécatronique, le contrôle et surveillance,
- Les Technologies du développement durable, incontournable en raison des opportunités potentielles notamment concernant la gestion des ressources et de l'énergie, ou du fait des contraintes réglementaires,
- Les technologies du numérique : Big Data, sécurité des données, conception et simulation, réalité augmentée, formation MOOC; les objets connectés,

Certes ces technologies ne sont pas toutes nouvelles et elles ont permis de développer des moyens de production encore émergents au siècle passé notamment dans les années 1980 /90 comme les FabLab, les plateformes de développement mais aujourd'hui elles sont confrontées à de nouveaux enjeux technologiques comme ceux de concevoir des systèmes et réseaux de très grandes complexité et dimension pour répondre aux exigences des chaînes de valeurs tant logistiques que de fabrication.^{22 23}

Aujourd'hui grâce à ces technologies innovantes il semble que tout semble possible, cependant cette nouvelle économie ne doit pas oublier quelques fondamentaux économiques incontournables :

Avoir des clients, des produits, des processus de travail et une performance reconnue !

La technologie aide à mettre en œuvre et optimiser cette chaîne de bon sens, elle offre aussi des ruptures qui peuvent et doivent être source d'innovations décisives, mais on ne peut faire l'économie de la Qualité des produits et des services ; de la Fiabilité de sa production, de la recherche de l'Amélioration continue ; n'oublions jamais que « le vrai patron de l'usine c'est le client ! »²⁴

Les 3 exemples reportés en annexe illustrent bien ces évolutions pris dans le domaine industriel ; il en est de même pour la médecine du futur dont sa stratégie se décline selon les 4 P : Prédictive – Prévention – Personnalisée – Participative.²⁵

L'un des enjeux de l'Industrie du Futur est de réussir la « verticalisation » de l'Innovation en partant des produits pour élargir l'offre en incluant des services, ceci grâce aux logiciels des objets connectés dont les informations remontent dans Big Data via le Cloud.²⁶

A consulter également.²⁷

²² Roland BERGER : séminaire Alliance pour l'Industrie du Futur – Le champs des technologies

²³ Dans le cadre de l'Alliance Industrie du Futur, 3 vitrines technologiques ont été développées aidant ainsi à la promotion de l'offre technologique et numérique française et permettant le partage d'expériences entre industriels. -L'Alliance accompagne déjà plus de 12 projets et plateformes dont 5 ont obtenu un parrainage direct et son déposés à l'Appel à projet des investissements d'avenir.

²⁴ François MICHELIN : ouvrage cité p 90

²⁵ Philippe TCHENG VP relations gouvernementales Sanofi et co-secrétaire du 7^{ème} CSIS conseil stratégique des industries de santé : 6^{ème} rencontres parlementaires du 15 avril 2016

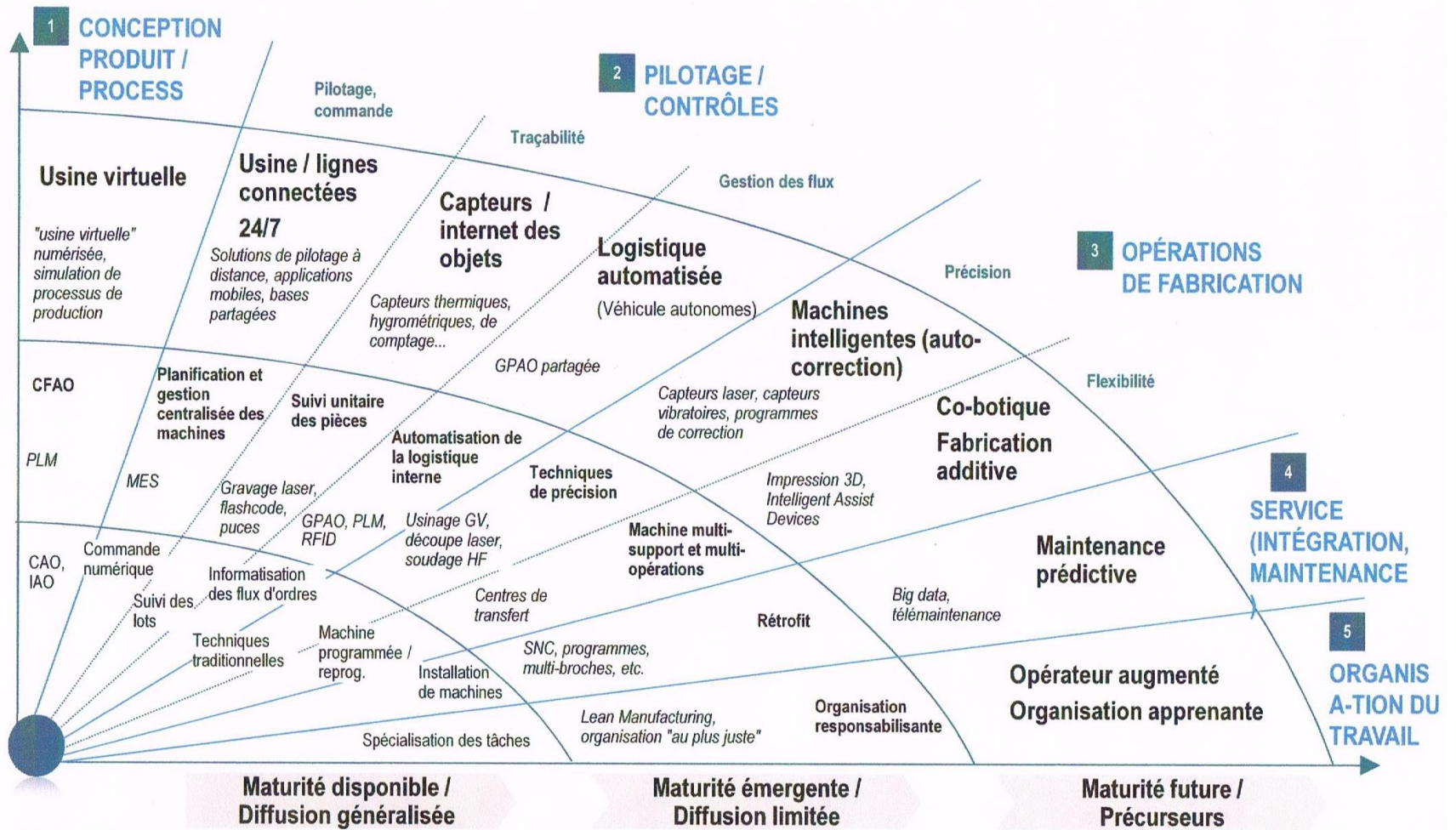
²⁶ Jean-Luc BEYLAT, président du pôle de compétitivité Systematic – 6^{es} Rencontres Parlementaires du 15 juin 2016 sur le thème de l'Industrie du Futur

- Voir schéma A l'usine du Futur du rapport Roland BERGER ;

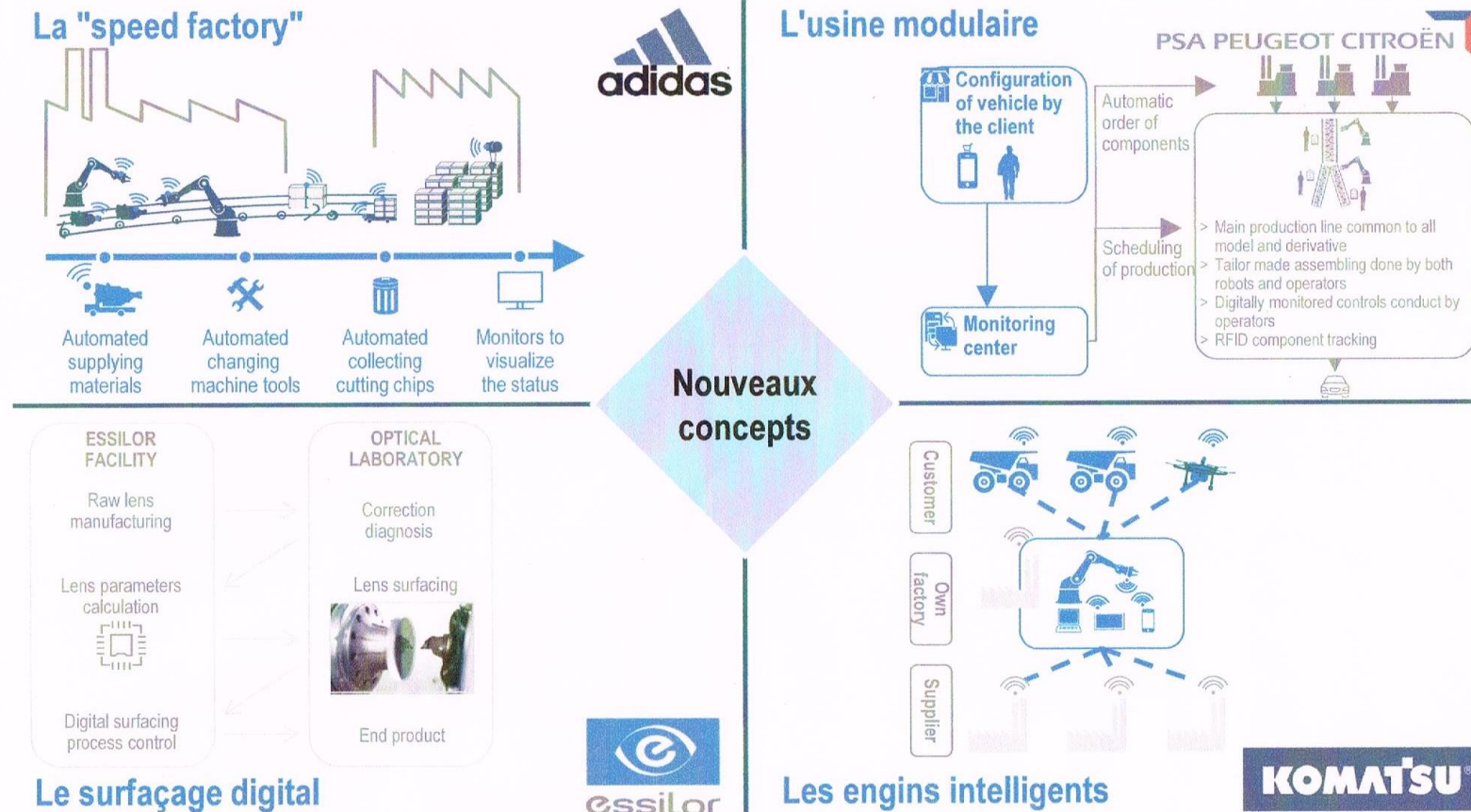
²⁷ Dossiers de presse du 18 mai 2015 et 23 mai 2016 : Réussir la Nouvelle France Industrielle ; www.economie.gouv.fr – www.gouvernement.fr; contact : 01 58 18 45 13.



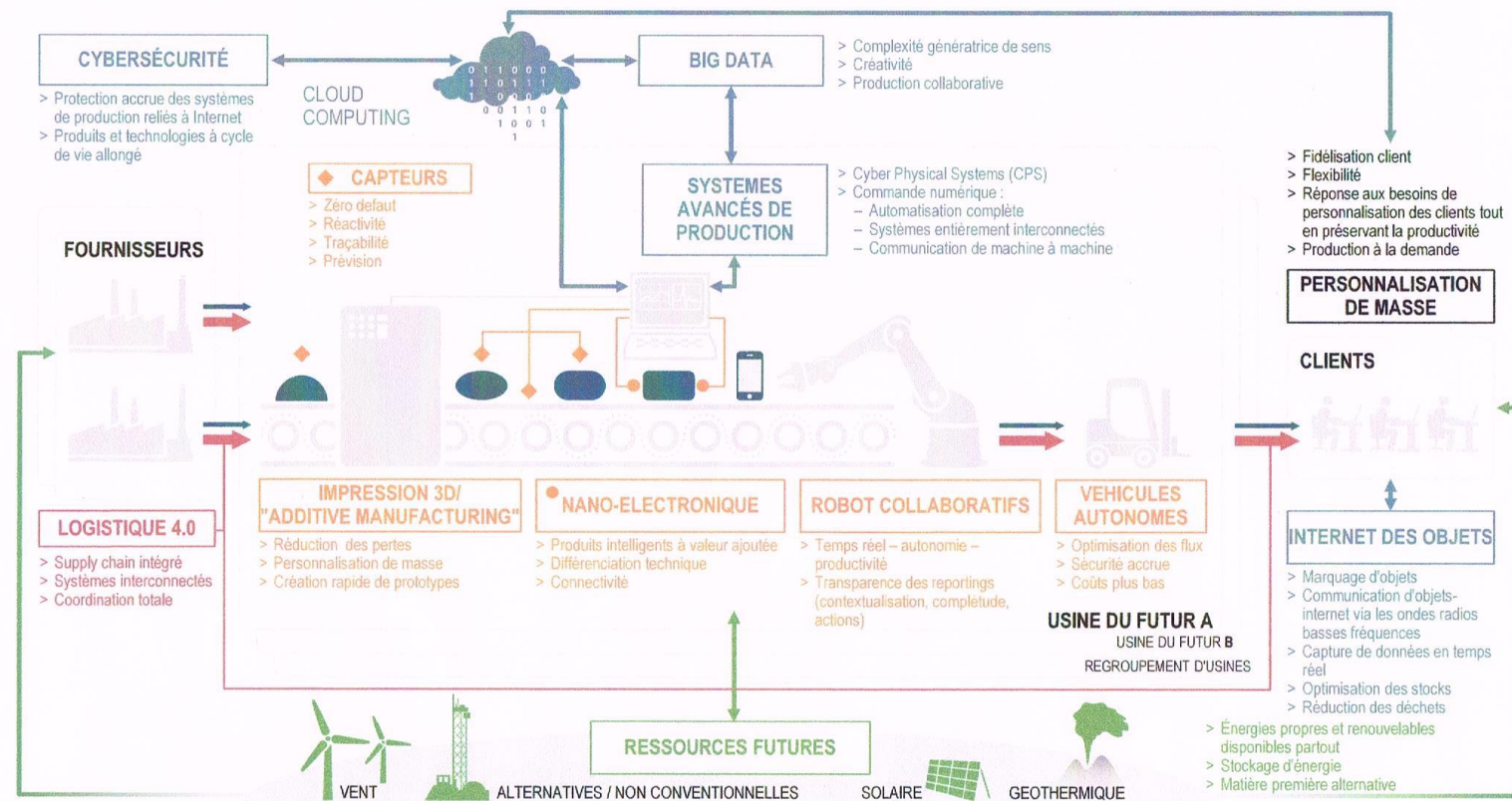
Les technologies de l'Industrie du futur



De nouveaux concepts émergent, mais sont encore peu nombreux



L'usine du futur



3 Conclusions et Conséquences

De ces présentations et interrogations nous pouvons tirer 4 conclusions principales :

- L'Industrie du Futur c'est déjà aujourd'hui !
 - Le numérique est présent dans tous les secteurs de l'industrie, des services, du médical, de la chimie, de la biologie. Depuis mai 2015, 1500 PME et ETI sont engagées dans cette dynamique de l'Industrie du Futur,
 - La technologie numérique fait maintenant partie du quotidien de tous et sont accessibles aisément, les « smart phones » et ordinateurs portables illustrent quotidiennement cette évidence ; ces technologies du numérique modifient profondément les usages qui semblent sans limites hormis celles de l'imagination et du pouvoir d'inventivité des nouveaux acteurs !
 - De grandes fédérations et groupes professionnels²⁸ ont déjà mis en place des programmes en vue d'informer, de promouvoir, d'accompagner et d'aider leurs adhérents à prendre le virage du numérique ; notamment au travers de salons, conférences, diverses manifestations sur ces sujets
 - Les évolutions sont de plus en plus rapides et profondes, elles sont incontournables,
 - Les entreprises qui ont réussi face à ces enjeux ont su créer les conditions d'agilité, de réactivité et de renouvellement de leurs modes opératoires afin de se centrer sur leurs véritables enjeux industriels et économiques, elles ont su développer des environnements favorables à leur croissance,
 - La réussite de ce mouvement engendré par l'Industrie du Futur est directement liée à la qualité des compétences humaines qu'elles soient celles des directions d'entreprises, du personnel en général sans oublier les responsables économiques et politiques nationaux mais surtout ceux des instances régionales proches des lieux de transformation.
 - La Confiance et le Respect sont les deux principales valeurs qui animent tous ces acteurs quelle que soit leur appartenance, elles sont présentes dans tous les aspects de la vie ces entreprises et institutions.
- Notre pays a des atouts qui tiennent pour beaucoup à la qualité reconnue de nos personnels, à sa culture et son histoire industrielle riche ; cependant malgré notre retard dans certains domaines nous sommes à même de définir notre propre modèle original de développement, il n'est qu'à voir le succès et la créativité de nos « petites pousses » dans les objets connectés notamment.
- Certes ne sous-estimons pas cependant les craintes et résistances légitimes qu'expriment certains dirigeants comme d'autres acteurs sociaux qui ne savent pas encore comment se projeter dans ce nouveau paysage, que peuvent devenir leur identité professionnelle ?
- Par contre cette réalité n'est pas suffisamment connue du grand public et l'image de l'industrie pâtit toujours des clichés relevant de la révolution industrielle du XIX siècle :
 - Combien de parents ont déjà vu des Fablab, savent ce que sont des imprimantes 3D ?
 - Combien de citoyens connaissent des applications numériques dans le domaine de l'écologie, dans l'optimisation des ressources naturelles.
 - Les jeunes ont une vision beaucoup plus positive de l'avenir industriel, faisant en sorte qu'ils l'envisagent dans notre pays tout en se familiarisant avec les autres cultures.²⁹
 - Sachons le rendre attractif.

²⁸ A titre d'exemples : la FIM Industries Mécaniques ; UIC Chimie ; FIEC ; CETIM centre d'expertise technologique ; CSIS santé

²⁹ Enquête Opinionway de juin 2016 déjà citée



Quelles conséquences pour les entreprises actuelles ou en devenir ?

Il ressort de l'analyse de cette nouvelle réalité, induite par ces transformations liées au numérique et aux nouvelles technologies, que l'on peut recenser 3 catégories de conséquences qui sont à prendre en compte.

A – Le concept de l'Industrie du Futur modifie les ROLES des acteurs et l'ordre des PREOCCUPATIONS

- L'étendue de l'Industrie du Futur intègre celle de l'Usine du Futur car bien d'autres activités notamment les Services, l'Aide à la personne, l'Ecologie sont concernées par l'intrusion du numérique et des nouvelles technologies de l'information. ; cependant « l'Usine est le lieu de la productivité, de l'efficacité, c'est un moyen qui agit globalement par ses chaînes de valeurs », ³⁰
- Le Client final, donc l'utilisateur, est intégré dans toutes la chaîne de valeur et ce bien en amont dès la conception, jusqu'à la mise en fonctionnement en incluant les phases d'industrialisation et de logistique ainsi que de l'analyse des indicateurs de qualité,
- La place des technologies est centrale, d'où les questions légitimes du chef d'entreprise surtout dans les PME / ETI actuelles :
 - Quelles technologies seraient stratégiques pour la transformation de l'entreprise, Comment alors se les approprier ces technologies ? Quelles conséquences ?
 - Qui peut aider et conseiller ?
 - Quand opérer cette transformation sachant que le rythme de l'entreprise, de l'émergence de nouvelles technologies de rupture, et l'évolution des besoins des clients sont souvent sur des « horloges » différentes.
- Le rôle de l'Ingénieur, du Scientifique – I&S - et donc la place de l'Homme sont critiques au sein de ces sociétés en mouvement, aussi :
 - Les I&S doivent retrouver leur place au sein des instances décisionnaires et dans notre société, ce sont les ingénieurs et scientifiques qui ont été à la base de toutes les avancées humaines ³¹
 - Les I&S sont reconnus pour leur bon sens, leur pragmatisme, ce sont les passeurs entre la vue de l'esprit et la réalité, le passage à l'acte ! Ils savent transformer une prédiction utopiste en une prévision sensée, mesurée, effective.
 - Les I&S sont les mieux placés pour donner des réponses effectives aux questions légitimes du personnel que soulèvent ces nouvelles perspectives : Que deviennent les identités professionnelles ? Qui décide du couple « le Systèmes ou l'Homme ». Que devient le lien social et humain quand les lieux de travail sont dématérialisés ?
- Encore faut-il que les I&S soient préparés à prendre en charge ces questionnements en ligne avec leurs responsabilités d'encadrement !

³⁰ Alain ROUSSET, député de la Gironde – président de la Région Aquitaine Limousin Poitou-Charentes : 6^{es} Rencontres Parlementaires pour l'Industrie 15/06/2016 : QUELLE INDUSTRIE DU FUTUR EN France ?

³¹ Il n'y a qu'à lire leurs grands noms inscrits sur le pourtour de la Tour Eiffel, pour comprendre le fondement du rayonnement de la France de la fin du XIX et début du XX^{ème} siècle : quelle ambition, quel rayonnement !



B – L'Entreprise doit être appréhendée en tant que SYSTEME COMPLEXE

Quelles soient industrielles ou de services, les entreprises se conçoivent effectivement comme des systèmes complexes, allant du Client final au Concepteur en passant par des réseaux de création de valeurs et d'actions, au sein ce tissu relationnel complexes.

Au sein de ce système en constante évolution, les acteurs agissent selon des normes, des codes, des procédures et processus qui sont profondément impactés par ces évolutions mais alors qu'est-ce qui doit demeurer fixe lorsque tout évolue sachant que « Tout est dans tout et réciproquement » ! Comment fluidifier les relations et décloisonner les fonctions en interne.

Rappelons quelques fondamentaux :

- C'est le Métier qui crée de la valeur pour le Client, c'est lui qui, en retour, donne du Sens à l'Entreprise par la connaissance des utilisations et des besoins ; l'industriel ne fournit pas que des produits mais surtout des services associés à ceux-ci,³²

- C'est l'Innovation qui permet le Faire en innovant à chaque stade des processus de conception, de production, de livraison ainsi que d'analyse de fonctionnement de ses produits et services.³³

Ce Métier, ce Savoir-Faire se démontrent tout au long des étapes de création de valeur :

- Dès la Conception du produit, de l'objet, du service les utilisateurs sont sollicités à participer à cette définition conjointement avec le R&D autres services concernés,
 - La Production, nouvellement numérisée dans ses processus, ses flux et grâce aux objets numériques est à même d'acquérir de quantité d'informations utiles et aujourd'hui exploitables aux moyens des systèmes d'exploitation liés au Big Data,
 - La Logistique très intégrée dès l'amont, en réponse aux engagements contractuels, facilitée par cette numérisation, optimise les livraisons,
 - Sans oublier les Achats qui doivent pratiquer une « révolution culturelle » pour comprendre et agir dans le mode de Confiance qui sont de plus en plus le reflet de ces entreprises type 2.0 !
 - Par une Qualité « dynamique » qui anime les programmes d'amélioration continue des produits et processus en partant des analyses du fonctionnement/dysfonctionnement chez le Client, le Big Data et autres recours au Cloud, permettent justement le traitement des masses d'informations,
 - Sans oublier le poids des contraintes réglementaires, les efforts d'optimisation des énergies ainsi que la maîtrise des impacts environnementaux.
 - C'est bien l'art du management que de savoir innover également dans ses pratiques managériales et de gestion afin de permettre ces flexibilités.
- En réponse aux bouleversements générés par des applicatifs numériques visant à « uberiser » les relations clients, l'entreprise cherchera à optimiser ses relations Client, pour cela elle imagine et développe de nouveaux Services qui apporteront de la valeur pour les deux parties, cette recherche se co-construisant avec ses clients. Les informations contenues dans le « Cloud » en provenance d'objets connectés permettront ces développements par l'analyse de ces données grâce à des nouveaux algorithmes sachant traités ces données massives.

³² François MICHELIN : ouvrage cité p67 : « je n'avais pas raison contre tout le monde, j'avais raison pour le client. Il avait besoin du « pneu » radial c'est tout. Le reste ne comptait pas » en 1998

³³ Cf commentaire de Jean-Luc BEYLAT à propos de la « verticalisation » de l'Innovation déjà cité p5



- De cette dernière considération, il en ressort que les frontières de l'entreprise sont de plus en plus floues entre leurs ressources propres, celles des partenaires intégrés ; les secteurs de l'automobile et l'aviation illustrent ces interpénétrations réussies : qui est assembleur qui est sous-traitant ? Aussi qu'en est-il :
 - Du concept de subordinations et des formes contrat de travail, de contrat de sous-traitance ou de fournisseur ?
 - De la protection de la propriété intellectuelle ?
 - De l'évolution des emplois vers le concept d'activités ?

C – L'entreprise évolue dans un ECO-SYSTEME ouvert et approprié

Ce système – l'Entreprise - vit et agit d'autant mieux qu'il se développe en relation au sein d'un écosystème qui s'est construit dans le temps et l'espace. Il en résulte de ce maillage un état de dépendance mutuelle entre ces différents acteurs, qui renforce aussi bien le tout que le singulier : le Lieu crée le Lien et réciproquement.

Aujourd'hui les nouvelles Régions doivent donner des réponses stratégiques et opérationnelles à ce principe de fonctionnement de tout système efficace !

Ces écosystèmes ne surgissent « ex nihilo » ils ne sont pas « hors sol » ! Ils s'inscrivent dans des lieux, dans des régions et dans la durée, dans un temps long. Ils répondent parfois à des logiques politiques mais surtout économiques, initiés autour de projets complexes, ou pour saisir une opportunité locale afin de concrétiser une évidence technologique ou géographique et même s'agissant de relations internationales historiquement liées.

- Mais quelques puissent être les raisons d'origine de leur présence, il s'agit ensuite de consolider et de développer l'attractivité et les capacités d'accompagnement de ces écosystèmes en rassemblant une diversité de métiers, de compétences, en organisant des filières économiques, technologiques, industrielles :
 - Cette attractivité dépend souvent des facilités de communication, de télécommunication, des réseaux de hauts débits performants,
 - De la proximité d'universités, d'établissements d'enseignement scientifique, d'écoles d'ingénieurs, techniciens et de professionnels,
 - Ainsi que de centres d'expertise technologique et de recherche, sans oublier les autres domaines tels que ceux des possibilités de formations, des services de production administratives, sans oublier les activités sociales et culturelles.
- La réussite de ces écosystèmes sera d'autant plus assurée que les entreprises qui y sont implantées trouvent des conditions de travail et une qualité des relations sociales appropriées leur permettant de se consacrer principalement au développement de leurs activités principales tout en trouvant des moyens localement pour satisfaire aux obligations légales et réglementaires.³⁴
- Ces écosystèmes peuvent prendre diverses formes, citons :
 - Toulouse et Bordeaux pour l'aéronautique, concentration de compétence,
 - Roussillon la plateforme des Roches structurée autour du GIE de moyens Osiris,
 - Sophia Antipolis congruence de domaines télécom, réseaux,
 - Vallée de L'Arve décollage haut volume et technologique.



³⁴ Comme les centres de ressources administratives par exemple, qui sont de plus en plus présents dans les parcs d'activités, les plateformes chimiques comme celle de Roussillon, et dans divers pôles de compétitivité.

- Ces écosystèmes qui sont des lieux ouverts illustrent très souvent des pratiques managériales très innovantes s’inspirant des approches systémiques propices à la libération des initiatives individuelles et collectives, au développement et adaptation des compétences en fonction des évolutions technologiques et opérationnelles, aux conditions d’efficacité optimales des organisations. Ces pratiques s’appuient également sur des systèmes de valeurs fortes basés sur la Confiance envers les personnes et le Respect à l’égard des obligations réglementaires, environnementales et des engagements commerciaux et financiers entre sociétés institutions concernées.
- L’Alliance Industrie du Futur reconnaît bien l’efficacité de ce concept d’écosystème dans ses appels à projets – AAP – comportant deux volets³⁵ :
 - Les Projets Excellence : projet de pointe et de visibilité internationale portés par des entreprises,
 - Les Plateformes : projets collectifs permettant d’accéder à des transformations de modèles économiques et la mise en œuvre de technologies innovantes : Unités industrielles partagées Mutualisations de compétences techniques Outils collaboratifs.

4 Quelles recommandations ?

A la suite des rencontres et entretiens avec des industriels de grands groupes aussi bien que de PME et d’ETI, des dirigeants de fédérations et de groupes professionnels ainsi qu’avec des responsables d’enseignements, nous avons pu valider nos observations et partager nos interrogations concernant la dynamique générée par le mouvement de l’Industrie du Futur et la progression du numérique.

De ces entretiens il ressort 3 classes principales de préoccupations que nous adressons collectivement en premier lieu aux responsables politiques tant au niveau national³⁶ que régional mais aussi aux responsables de fédérations professionnelles et autres instances économiques par le développement et le rayonnement de notre économie.

Ces recommandations recherchent à stimuler et/ou créer les conditions contextuelles favorables, dynamiques et porteuses propice au développement, au rayonnement et à la pérennité des entreprises indispensables à l’emploi.

Le champ des recommandations

1. Stimuler la dynamique de l’Industrie du Futur en créant un cadre normatif et réglementaire positif :
 - a. Au niveau national
 - Pérenniser la dynamique de l’industrie du Futur
 - Accroître la présence d’industriels et d’experts en technologies auprès des instances dédiées ie : internationales ISO, européennes CEN ainsi que politiques parlementaires européennes
 - Encourager la présence d’industriels et d’experts en technologies auprès des commissions ad hoc – ISO, CEN- de normalisations, comme l’y invite le décret du 16 juin 2009 N° 2009-697 ³⁷
 - Simplifier le cadre de la réglementation nationale et limiter au strict minimum, si nécessaire, le rajout de contraintes supplémentaires nationales lors de la transposition des directives communautaires
 - Optimiser les mécanismes de financement notamment ceux portant sur l’Innovation et l’investissement technologique

³⁵ Consulter le site <https://extranet.bpifrance.fr/projets-innovants-collaboratifs>

³⁶ Le député de la Marne Charles de COURSON, dans sa conclusion aux 6es rencontres parlementaires du 15 juin 2016 constatait que « le lobby des industriels n’était pas assez puissant en France notamment pour montrer qu’une nation sans industrie ne peut s’en sortir en montrant les retombées générées par celle-ci » ! Notre démarche des IESF s’inscrit bien dans cette préoccupation que nous partageons.

³⁷ « La normalisation est une activité d’intérêt général qui a pour objet de fournir des documents de référence élaborés de manière consensuelle par toutes les parties intéressées, portant sur des règles, des caractéristiques, des recommandations ou des exemples de bonnes pratiques, relatives à des produits, à des services, à des méthodes, à des processus ou à des organisations. Elle vise à encourager le développement économique et l’innovation tout en prenant en compte des objectifs de développement durable »



- b. Au niveau des Régions
 - Renforcer leur présence auprès des instances parlementaires européennes,
 - Favoriser la création et le développement économique des écosystèmes
- 2. Accompagner les entreprises à devenir agiles par des pratiques managériales appropriées,
- 3. Co-construire les compétences en synergie avec les institutions de formation d'ingénieurs et de scientifiques et les entreprises.

I – La dynamique de l'Industrie du Futur et le cadre normatif et réglementaire

Dans ce contexte industriel, très ouvert en constante évolution, les enjeux de la normalisation dans le domaine du numérique sont stratégiques, bien que peu médiatiques. Ils sont indispensables à la nécessité d'interopérabilité des systèmes, des procédures, des équipements, et des dispositifs qui font tous largement appel à des applications numériques.

- Mais alors quelles normes ? Quels protocoles choisir comme normes et standards ? Déjà certains acteurs, leaders dans leurs domaines ont développé leurs propres standards tendant à les imposer par le fait même de leurs suprématies technologique et commerciale, conséquence directe de leur dynamisme.
 - Comment influencer et prendre une part active dans les instances d'élaboration des normes et standards ?
- Peut-on simplifier, rationaliser les normes et réglementations en cohérence avec les processus de normalisation portant directement ou indirectement sur les produits et services, les procédés de fabrication, les outils de développement et de vérification des logiciels des systèmes.³⁸
 - Quels sont les acteurs compétents pour définir et simplifier les normes et/ou les réglementations existantes et à venir ?
- Est-il utile d'édicter des règlements nationaux qui génèrent des contraintes supplémentaires à celles découlant des normes ou des réglementations d'origine européennes ou internationales sans apporter de réelle valeur complémentaire.
 - Les normes comme les réglementations sont des moyens et outils et non des finalités déconnectées des contingences opérationnelles !

Pour réussir cette grande ambition qui conditionne l'avenir de notre pays, il est impératif que l'ensemble de nos acteurs économiques et politique comprenne bien les enjeux mondiaux qui ont un impact sur notre territoire.

« L'Europe est en retard, il va falloir agir vite, très vite. »³⁹

³⁸ Exemple des logiciels aéronautiques embarqués, de la réglementation européenne REACH a demandé de supprimer le plomb pour les soudures des systèmes électroniques qui risquerait de créer de lourdes contraintes technologiques aux constructeurs aéronautiques européens les défavorisant face à leurs concurrents non-européens.

³⁹ Le vice-président de la Commission européenne ; Andrus Ansip faisait cette déclaration le 19 avril 2016 en présentant une stratégie européenne pour la « numérisation de l'industrie en Europe. La commission espère aligner 50 milliards d'euros pour ce plan dont une grande partie doit provenir des budgets nationaux et surtout du secteur privé. Urgence mais pas de luttes fratricides entre les différents plans nationaux Industrie du Futur en France, industrie 4.0 en Allemagne, plan « catapult » au Royaume Unie et autres plans déjà en place. Que recouvre cet appel de financement du plan européen pour la numérisation de l'industrie qui serait en provenance des budgets nationaux et surtout du secteur privé ?



Dans le cadre de la stratégie française de normalisation, renforcer et accélérer la coopération active des industriels au sein des instances internationales, européennes et nationales.

Le constat

Juillet 2015

Parmi les six axes prioritaires affichés pour un nouveau modèle industriel de l'Alliance Industrie du Futur, le 5^{ème} stipule la nécessité de :

- Renforcer les actions de « lobbying » en particulier à l'international, notamment dans le cadre des négociations TAFTA et similaires qui présenteraient une dimension directe ou indirecte ayant des impacts dans le domaine des standards et/ou norme et/ou réglementation

1^{er} avril 2016

- Lancement d'une démarche offensive en matière de normalisation pour l'Industrie du Futur

8 avril 2016

- L'AFNOR répond présent dans la continuité d'un effort engagé dès 2015

19 avril 2016

- Le commissaire européen Andrus Ansip déclare que l'Europe est déjà en retard et qu'il y a urgence à, agir.
- Il annonce un budget de 50 milliards d'euros, pour faire quoi, quand, qui et comment ?

Or la normalisation favorise l'innovation⁴⁰, c'est un facteur de compétitivité⁴¹.

En France, ses principes sont clairement définis par le décret du 16 juin 2009 précédemment mentionné⁴².

Les propositions

- Sensibiliser les dirigeants des grandes entreprises à ce caractère stratégique de la normalisation, les encourager à s'investir personnellement dans ces instances nationales et internationales d'élaboration des normes afin d'accompagner le travail déjà conséquent de leurs experts techniques et technologiques,
- Accroître la présence des industriels et experts dans les instances ad hoc notamment à Bruxelles, afin de participer à la définition des règles et standards notamment dans les secteurs à fort enjeu : la domotique, la smart energy et la transition écologique, la « silver economy » et autres,
- Prendre des initiatives concernant les normes ainsi que les réglementations dans les domaines où nos industriels sont innovants et souvent leaders leur permettant de marquer leurs avantages⁴³ :
 - Mettre en place un premier organisme mixte État et Industriels, présent mais indépendant auprès des instances parlementaires européennes dont la mission serait d'anticiper par la veille la rédaction des réglementations et de signaler aux organismes compétents les excès de complexité, d'incohérences,

⁴⁰ Les exemples du système métriques et du code Napoléon illustrent bien cette dimension universelle et stratégique de ces deux systèmes de normalisation.

⁴¹ Selon Philippe CONTET, directeur général de l'UNM Union de la Normalisation de la Mécanique, « Normaliser pour diffuser l'innovation » article paru 18/06/2015 site de la FIM

⁴² Texte du décret, lien :

<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000020749979&categorieLien=id>

⁴³ C'est un volet très stratégique pour le développement des sociétés nationales, dans lequel l'Allemagne est très avancée.



- Simplifier et rationaliser le cadre national de la réglementation en cohérence avec les travaux de normalisation :
 - Trop de réglementations nationales se rajoutent aux règles européennes sans apporter de réelle valeur mais plutôt en ajoutant un niveau supplémentaire de complexité ; de complication et de contraintes.
- Faire évoluer notre empreinte culturelle vers l'esprit du Soft Law le Droit Souple, qui anime les approches anglo-saxonnes notamment⁴⁴, moins de répression et plus d'éducation.
- Créer une structure au niveau nationale, avec des relais régionaux auprès des PME : ETI pour assurer une compréhension correcte des mécanismes logiques de la normalisation (volontaire) et des dispositifs réglementaires ainsi que des financements d'aide à l'innovation ainsi que leur accompagnement à la mise en œuvre :
 - De tels organismes existent déjà au sein de grandes Fédérations professionnelles, elles sont à multiplier particulièrement au sein des écosystèmes industriels et économiques ainsi qu'au niveau des Régions.

Les bénéfices

- Ces recommandations doivent permettre de traiter ces questions de normalisation et de réglementations nationales et communautaires de standardisation à un niveau stratégique plus global tant dans l'entreprise qu'en ce qui concerne les instances européennes et internationales, appropriées.
- Elles permettent également une clarification des rôles des différentes parties prenantes en considération des enjeux économiques et commerciaux, des branches professionnelles, des positions concurrentielles et des responsabilités nationales, régionales et professionnelles.

Le rôle d'IESF

- Organiser des rencontres avec les acteurs politiques, économiques et sociaux.
- Diffuser auprès de ses ingénieurs et scientifiques les informations fondamentales en matière de normalisation,
- Proposer en région, en s'appuyant sur son maillage territorial, des sessions de sensibilisation et de formation aux principes de la normalisation, vue comme un outil stratégique.

⁴⁴ Rapport au Sénat : maîtriser du « Droit Mou » et différents rapports sur la simplification administrative



Recommandations pour la dynamique de l'Industrie du Futur

A – Au niveau national

- En priorité Préserver la dynamique l'Alliance Industrie du Futur :

Les programmes et les actions initiés par l'Alliance ne peuvent réussir que si les orientations et les décisions annoncées sont mise en œuvre et leurs effets mesurer dans la durée aussi, convient-il de prendre les dispositions législatives, budgétaires afin d'en préserver leur exécution et l'engagement des multiples acteurs dans la durée. Ceci devrait concerner :

- Le maintien des structures fonctionnelles, opérationnelles dédiées qu'elles soient publiques ou mixtes, notamment les dispositifs d'animation, de pilotage, de suivi et d'évaluation.
 - La « sanctuarisation » des budgets actuels alloués en montant à minima,
 - L'évaluation de l'efficacité des 18 mécanismes de financement au regard de résultats obtenus, de leur efficience, de leur capacité d'entraînement technologique par secteurs d'application des technologies concernées,
 - L'animation de la dynamique générale de ce mouvement technologique et industriel, par des actions larges d'information et de communication concertée avec tous les territoires économiques.
- Optimiser les différentes sources de financement des investissements pour innovation

La cartographie des différents mécanismes de financement de l'innovation et de la R&D collaborative, à titre d'exemple, mentionne 18 mécanismes au total concernant des projets : 12 au niveau national, 6 européens, et dont les financements suivent en général les procédures d'AAP - appel à projet

Ces procédures d'AAP ont chacune leurs particularités, leurs échéanciers, leurs critères spécifiques et leurs contraintes de présentation, d'approbation et d'exécution selon qu'ils s'agissent de financement européen, national et régional.

Les grands groupes industriels et de services possèdent leurs propres experts et conseillers en interne, mais qu'est-il des dirigeants de PME et ETI éligibles à ces dispositions des mécanismes de financement ?

Les recommandations portent principalement sur l'accès à la connaissance de ces mécanismes et au « compagnonnage » pour les projets de candidatures en suggérant :

- D'établir pour chaque grand secteur économique, la cartographie des différents mécanismes de financement au regard des typologies des projets, document élaboré conjointement Professionnels et Responsables des ministères concernés ie : Industrie – Finance – Travail et Emploi – Santé,
- Evaluer l'efficience des différents dispositifs de financement et proposer des ajustements d'amélioration en partant de ce diagnostic,
- Renforcer au niveau régional, au sein des Délégations Economiques des Régions, des Fédérations Professionnelles, les centres d'information et d'accompagnement pour les dirigeants de PME ETI.



B – Au niveau régional

Les Régions sont aujourd'hui les principales structures opérationnelles responsables du développement économique et de la formation, elles sont très souvent les plus proches des entreprises dont elles connaissent bien les activités et les besoins.

La plupart des régions sont déjà très engagées dans ce mouvement de l'Industrie du Futur et par la numérisation de leurs propres activités. Par contre il semblerait que la connaissance des réalisations régionales dans ce domaine de l'Industrie du Futur ne soient pas encore suffisamment présente dans les différents canaux de communication pour en démontrer la réalité de l'engagement des responsables régionaux : peu de reportages, de débats télévisuels, ni de déclarations des acteurs politiques concernés.

A noter toutefois le programme de la région Nouvelle Aquitaine qui vise à préparer sur le long terme les PME et ETI aux enjeux de l'industrie du futur. Plus précisément :

- "ETI et PME à potentiel". Le Club aquitain des ETI (élargi maintenant à ALPC) est un club unique en France associant les industriels à la définition d'une politique régionale
Créé en novembre 2011 à l'initiative du Conseil régional d'Aquitaine, le club comprend aujourd'hui 52 sociétés. Il se veut un lieu d'échanges, prospectif et opérationnel avec audition d'experts sur les grands enjeux pour les ETI en Aquitaine, un lieu de comparaison avec d'autres pratiques françaises et étrangères, un lieu de définition et d'orientation d'une future politique régionale d'accompagnement pour développer le nombre d'ETI et de futures ETI en Aquitaine.

- Le programme "usine du futur", proposé par le club des ETI précité
Le programme Usine du futur a une double ambition : A court terme, redonner des marges de manœuvre aux entreprises en les accompagnant vers l'excellence opérationnelle. A long terme, soutenir la transition vers l'Usine numérique et connectée. Il s'agit donc d'un processus progressif sur une échelle de temps de 10 ans pour améliorer la performance industrielle pour des ETI et PME.

Dispositif opérationnel piloté et financé par la Région et les Fonds européens, le programme Usine du Futur a démarré en février 2014. Il comporte une première phase (AMI) permettant d'identifier des entreprises désireuses d'améliorer leur performance industrielle. Elles bénéficient par la suite d'un diagnostic de leur outil de production, de leur organisation industrielle, des conditions de travail et du management au sein de l'entreprise.

Grâce à ce diagnostic, un plan d'amélioration de leur performance industrielle avec un chiffrage des gains attendus leur est proposé.

Améliorer la productivité et offrir aux salariés de meilleures conditions de travail

La seconde phase du dispositif consiste en un accompagnement de la Région sur les investissements matériels, les volets formation et conseil, l'aide à l'embauche. Un référent région assure un suivi personnalisé de chacune des entreprises.

Ce programme spécifique est lui-même placé dans un cadre régional plus vaste associant donneurs d'ordre et PME.



Programme associé à l'action : Contrats de partenariat et de croissance

En mars 2009, a été entériné le principe de **contrats de partenariat et de croissance avec des leaders industriels régionaux** permettant :

- À l'entreprise, d'organiser avec l'aide du Conseil régional un environnement académique, industriel et social favorable à son propre développement en région ;
- Au Conseil régional et à l'entreprise d'anticiper et accompagner des mutations économiques ;
- Au Conseil régional de faire émerger ou conforter des stratégies sectorielles capables de fédérer les acteurs régionaux et de créer une synergie entre ses efforts de soutien à la recherche, à l'industrie et à la formation.

Il s'agit de favoriser à terme :

- L'industrialisation en région des efforts de recherche consentis par la Région ;
- L'ancrage des entreprises en Aquitaine et la visibilité du développement de ces entreprises ;
- La modernisation de l'outil productif régional.

Les Régions sont aujourd'hui appelées à jouer un rôle déterminant dans le développement économique de notre pays aussi bien en initiant des initiatives industrielles et économiques à dimension aussi bien régionale que nationale et surtout en recherchant des impacts internationaux.

Un des objectifs recherchés avec les nouvelles régions administratives et économiques est bien de décentraliser au plus près du terrain l'identification des besoins des acteurs économiques et sociaux et de là proposer des plans et programmes adaptés et pertinents concourants au développement économique national et international des entreprises.

Les dirigeants des Régions sont moteurs concernant la Vision du développement économique, social, écologique, culturel et sociétal ; ce développement doit se concevoir dans une culture d'écosystème qui se définit par des mécanismes certes de gestion globale mais aussi des pratiques d'engagement, de responsabilité, de pilotage lié aux résultats et à l'amélioration.

Le succès de tout écosystème dépend très largement de l'acceptation des enjeux communs, de la cohérence des orientations et actions, mais surtout d'une culture partagée de la recherche de l'excellence et de la qualité dans l'exécution des décisions. Les entreprises qui réussissent en plus de leurs propres talents pratiquent depuis de nombreuses années ces politiques de Qualité Totale et toutes autres visant à cette recherche de l'amélioration permanente.

Les recommandations visent à développer les conditions d'environnement professionnel et les ressources d'accompagnement nécessaires visant à fonctionnement optimal des écosystèmes régionaux.

- Renforcer la présence des Régions auprès des instances européennes.
 - Nombres de décisions économiques et réglementaires qui concernent les territoires et les économies des Régions sont prises au niveau des instances européennes, elles doivent être présentes et actives notamment pour appuyer les intérêts des entreprises de leur juridiction,



- Développer, animer des instances mixtes traitant de la stratégie de développement industriel et économique et des ressources opérationnelles associées.
- Composition
 - Ces instances devraient rassembler les industriels locaux, les responsables des institutions de formation d'enseignements scientifiques et technologiques, les responsables des fédérations professionnelles, de chambres consulaires, des représentants des ministères et agences gouvernementales : ADEME – ANR – ASTRID – APT et autres, éventuellement cercles, clubs de dirigeants ; la composition de tels instances est fonction de la région concernée et de ses centres économiques,
- Sujets à travailler
 - Elaboration des plans stratégiques régionaux, par filières notamment dans le cas des pôles de compétitivité, des « vallées » technologique – aviation – électronique – médicale et autres,
 - Travail sur les plans de mise en œuvre et identification des ressources à mettre en place pour attirer des investissements complémentaires amont et aval, consolider les filières d'expertise, offrir des ressources pour les activités de administratives et/ou de support technique⁴⁵,
 - identifier les besoins de compétences et les enseignements en découlant,
 - revue des réalisations des plans d'investissement approuvés et des ajustements éventuels,
 - rayonnement et promotion de la marque, prospection d'opportunités.
- Mode de fonctionnement
 - Rechercher une cohérence avec les pratiques managériales en s'inspirant d'une culture générale de la systémique et des pratiques des démarches de Qualité TQM ou tout autres ; ces méthodes développement l'efficacité collective des groupes de travail en créant des référentiels communs de travail ainsi qu'un vocabulaire partagé et validé.
- Développer des pôles ressources industriels et administratifs
- Concentrant les investissements pour le développement des capacités industrielles présentes, comme par exemple la robotisation, les équipements de productivité, d'amélioration de la qualité, les Fablab,
- Créant des Fond de Modernisation numérique en vue permettre aux entreprises d'accroître leur productivité et d'améliorer la qualité de leurs produits et services,
- Favoriser, développer et /ou créer des centres d'excellences technologiques, en mettant à disposition des :
 - compétences reconnues dans les technologies en usage dans l'écosystème considéré,
 - des équipements nécessaires aux développements à la conception et aux tests de nouveaux produits et services ainsi qu'à la validation de projets de modernisation numérique des activités, - plateformes : Factory Lab, les procédés de fabrication additive – impression 3D,
 - des clusters de compétences scientifiques – KIC Knowledge and Innovation Communities, des incubateurs.
- Accompagner l'industrialisation des Innovations pour les transformer en emplois, en s'inspirant de réalisations réussies notamment en :



- Proposant ces lieux ie : parc d'activité, plate-forme, vallée, des services et des ressources permettant la mutualisation de services administratifs et techniques, de fournitures d'utilités, de sécurité, santé et environnement éventuellement prestations réglementaires⁴⁵,
- Animant une politique culturelle technologique de niveau international au sein de l'écosystème :
 - Par le biais de la fertilisation croisée, échange de pratiques interentreprises,
- Conférences technologiques sur des thèmes intéressants les activités, le développement de managérial avec des invitations d'experts reconnus internationalement.

Bénéfices de la proposition

L'organisation des activités d'entreprises dans une région donnée sous le concept d'écosystème permet :

- Une très bonne synergie entre les différents acteurs concernés,
- Une efficacité optimisée dans la mesure où chacun de ces acteurs connaît bien le projet dans son ensemble et peut ainsi bien définir son rôle et ses actions en conséquence,
- Ce qui facilite ensuite le pilotage des projets de développements grâce notamment à une culture commune et valide des modes de fonctionnement qui deviennent propres au système donné. ; sans oublier le partage de la réussite du développement global de l'écosystème, assurance pour la pérennisation des activités par la répartition des risques sur plusieurs secteurs d'activités.

II – Des entreprises agiles – des pratiques managériales appropriées

Dans L'entrée du numérique dans les sociétés transforment profondément autant les organisations que les modes de fonctionnement et la place de l'Homme. Tout en maîtrisant leurs technologies « métiers » elles doivent maîtriser celles liées au numérique et sont donc confrontées aux choix de ces technologies nouvelles⁴⁶.

Les entreprises qui réussissent se doivent d'être agiles, innovantes et efficaces dans leur écosystème, dans leur marché, pour porter et survivre dans cette dynamique de l'Industrie du Futur.

La base de cette capacité d'agilité et de mobilisation permanente dépend de sa capacité d'innovation, d'engagement et d'initiative au sein de l'entreprise, conditions qui existaient à sa création mais qu'en est-il dans un environnement très concurrentiel et très mouvant tout au long du cycle de vie de l'entreprise.

Le management doit alors allier deux axes antagonistes :

- Améliorer en permanence l'efficacité opérationnelle pour dégager des marges d'investissement et la préparation de l'avenir,
-
- Laisser suffisamment d'espace à ses parties prenantes (personnel et prestataires) pour qu'ils innovent et dégagent des marges opérationnelles indispensables à la préparation, l'innovation et la découverte nouveaux produits ou amélioration de l'existant. C'est la notion « d'empowerment ».

⁴⁵ La plateforme, celle de Roussillon

⁴⁶ Ouvrage déjà cité de Luc FERRY : LA REVOLUTION TRANSHUMANISTE



Un des enjeux aussi du management sera d'intégrer une génération qui souvent ne connaît pas les effets et conséquences des réalités économiques de l'entreprise, qui par contre est souvent très familière avec le monde du numérique, démontre une vraie maîtrise des systèmes d'informations, par contre le sens de l'engagement dans la durée envers l'entreprise peut être plus éphémère, « uberisé ».

Autre enjeu pour le management réside dans sa capacité à faire entrer les prestataires dans la vie, éventuellement dans la survie de l'entreprise, car tout renouvellement de personnel est source de perte d'énergie mais surtout cela représente un coût par l'investissement de compétences perdues à reconstituer.

Dernier enjeu pour le management concerne à démontrer sa capacité à rester maître de l'efficacité opérationnelle dans ces systèmes complexes. Le management par la qualité avec la mise en application de référentiel d'excellence comme l'EFQM, les démarches PLM (Product LifeCycle management) devra être intégré dans les basiques de compétences de ces entreprises portant l'industrie du futur.

Ces changements majeurs nécessitent de l'accompagnement spécifique qui sera rendu d'autant plus facile qu'existe déjà une culture et une familiarité avec ces démarches d'adaptation.

Ces accompagnements porteront sur l'adaptation de modes de management actuels, sur les organisations à mettre en place, sur l'identification des nouvelles compétences et sur les plans de mise en œuvre de ces évolutions.

L'acquisition d'une culture interne de travail fondée sur la pensée systémique permettra effectivement d'apporter de la cohérence et des référentiels communs entre les différentes activités au sein de l'entreprise.

- Développer le management à savoir prendre en charge les évolutions de l'entreprise

L'entreprise peut s'analyser comme un système complexe ayant une finalité, des objectifs, composée de ressources mettant en œuvre des modes d'interaction et agissant dans un contexte donné en constante évolution. La connaissance et la pratique des approches systémiques permettent aux responsables de décider et agir en milieu complexe. Plusieurs axes de recommandation peuvent être suggérés :

- Formation aux concepts de qualité, de l'amélioration continue et diverses pratiques visant à améliorer l'efficacité opérationnelle, familiarisation à la « systémie » et aux concepts des neurosciences appliquées au management, ces connaissances concourant l'instauration de relations favorisant la prise de responsabilité, l'engagement et l'autonomie. Comprendre les situations problématiques et en analyser les dysfonctionnements,
 - Rechercher les solutions globales et les démarches pragmatiques de leur mise en place,
 - Utilisation des bases de socio-dynamique
- Mise en place d'équipes pluridisciplinaires qui prennent elles-mêmes en main la stratégie complète de la famille de produits, les opérateurs sont autonomes, s'organisent, prennent en charge des activités dites support : la qualité, le planning de fabrication, leur propre fonctionnement, le recours à des ressources extérieures. Cette prise en charge d'activités par les opérateurs autonomie permet aux responsables de se consacrer à des activités plus centrées sur les transformations nécessaires, l'identification de dysfonctionnements et des solutions
 - A l'expérience ce mode d'organisation est générateur de productivité, de qualité dans les relations sociales internes ainsi que dans les relations clients.



- Développement des responsables de l'entreprise aux enjeux économiques, commerciaux, technologiques et sociétaux de leur propre société de l'encadrement aux enjeux économiques, technologiques, familiarisation avec les bases du marketing stratégique
- Développer la culture d'intra-entrepreneuriat et de changement d'activité dans les différents secteurs de la chaîne de création de valeur des produits et services.
- Capitaliser les savoirs, les pratiques métier en interne :
 - Mettre en place des processus de valorisation des retours d'expériences positives aussi bien que des difficultés : approche essai-erreur – enseignement – amélioration, portefeuille des technologies, référentiel de l'Afis, cartographie des compétences disponibles en interne

II – La synergie avec les institutions de formation d'ingénieurs et de scientifiques

Quelques considérations

Les écoles d'ingénieurs, les universités scientifiques sont en premier lieu centrées sur les formations initiales structurelles de base scientifiques et technologiques. Mais alors qu'en est-il de l'adaptation de leurs compétences pour prendre en charge la formation tout au long de la vie ?

- Sont-elles toujours à l'état de l'Art au regard de la vitesse d'obsolescence des connaissances ?
- Qu'est-ce qui doit rester un socle et ce qui doit évoluer ?
- Qui sont les mieux à même d'assurer ces nouvelles transmissions des savoirs et comment et par qui prendre en charge cette transmission ?

En 1986 la France formait 10 000 ingénieurs pour 27 600 aujourd'hui issues de près de 220 écoles, dans le même période notre pays s'est désindustrialisé ! Ne faut-il pas redéfinir les missions et finalités de ces institutions d'enseignement supérieur scientifique et technologique ?

La perception de l'Industrie du Futur par les lycéens évolue positivement ces dernières années⁴⁷ :

- 74% des lycées interrogés ont de bonnes opinions à l'égard de l'industrie, elle contribue à l'innovation, elle propose des métiers d'avenir
- Toutefois le paradoxe est que 72 % des lycéens pensent que le rôle de l'homme sera réduit voire inexistant dans l'usine du futur,
- Une grande majorité des jeunes pensent que l'Industrie du Futur est déjà actuelle,
- Les métiers de l'ingénieur sont bien perçus comme étant naturellement ouverts aux jeunes filles.

Les enjeux des industriels appellent donc des enjeux pour l'ensemble des organismes de formations. La formation doit également être innovante et pour ceci, il faut former l'ensemble du corps enseignant, et pas que dans les écoles d'ingénieurs, afin qu'ils puissent comprendre l'évolution industrielle et préparer les jeunes à leur avenir, redonner le goût pour l'industrie. Il doit y avoir une prise de conscience de l'évolution de l'industrie afin que le corps enseignant puisse guider les jeunes. Il faut donc expliciter ce que devient l'industrie et quel sera le rôle associé.



L'Entreprise étant en constance évolution, elle recherche à maintenir son potentiel d'expertises et de compétences qu'elle doit gérer en fonction de ses perspectives notamment technicité.
Comment gérer les Savoirs Devenir du personnel et l'agilité des organisations ?

Dans ce contexte d'évolution très rapide de l'Industrie du Futur, les besoins en compétences nouvelles concernent en première lieu les entreprises industrielles et de services ce qui justifie que ces deux « systèmes

⁴⁷ Enquête Opinion way ENSAM mars

Les Institutions d'enseignement scientifique et technologique doivent afficher leur engagement de ce mouvement des nouvelles technologies et du numérique.



Nos recommandations

- Présence institutionnelle : Les industriels, les scientifiques, les professionnels sont parties prenantes des orientations et contenus des formations :
 - Membres à part entière dans les instances décisionnaires définissant les plans stratégiques des institutions de formation : conseil d'administration, conseil d'orientation,
 - Rattachement des écoles d'ingénieurs aux ministères techniques concernés avec représentation des entreprises par le biais des fédérations professionnelles concernées, selon le modèle des instituts de recherches scientifiques et technologiques,
 - La Formation professionnelle doit dépendre des ministères techniques concernés avec l'appui des Fédérations professionnelles et des Instituts Techniques (ex : CETIM)
- Des programmes conjoints à l'initiative de l'institution d'enseignement, avec l'aide des associations d'anciens élèves afin d'assurer le lien avec la réalité actuelle économique et technologique.
 - L'accompagnement professionnel en complément d'un accompagnement académique est un dispositif efficace pour la réussite de l'insertion des nouveaux diplômés :
 - En amont des études pour le choix des orientations, pour les explications aux élèves et aux parents afin de développer la vocation pour ce métier d'ingénieur et de scientifique,
 - En aval pour réussir les premiers pas en entreprise, pour permettre d'échanger sur ce début, de faire part des premières impressions et interrogations ?
 - La participation aux événements d'échanges et d'information organisés à l'initiative aussi bien des élèves, des enseignants que des associations d'ingénieurs, invitation aux activités de groupes professionnels,
 - Des groupes de travail conjoints : Ecole – entreprises – centres technologiques, détachements possibles d'enseignants en entreprise, d'élèves et réciproquement des ingénieurs et scientifiques pour des cycles d'enseignement, et/ou de recherche, cycles de conférences sur des thèmes d'actualité ; Cloud, Big Data, calcul de risques,
 - Préserver et développer les programmes internationaux tels qu'ERASMUS, entreprises qui réussissent se doivent d'être agiles, innovantes et efficaces dans leur écosystème, dans leur marché, pour porter et survivre dans cette dynamique de l'Industrie du Futur.
- Les domaines d'enseignement théorique et pratique intégrant la dimension du numérique
 - Le socle commun des connaissances « dures » scientifiques et technologiques – « le temps long des connaissances » - doit être maintenu tout en étant adaptées, aux technologies relevant du « temps court » par exemple les procédés de fabrication par addition complétant les procédés par enlèvement.
 - Les nouveaux champs de pratiques à définir selon la vocation de l'institutions titre d'exemples :



- Production et transport des données, capteurs et réseaux télécom, ...
 - Analyse des données : big data, algorithmes, machine learning, ...
 - Transformation des organisations et management : EFQM, PLM , LEAN, 6 SIGMA, ...
 - Nouvelles pratiques et outils : Impression 3D, réalité augmentée, robots, cobots, ...
 - Les nouveaux modèles d'affaires : nouveaux produits, la relation Client, les ruptures, ...
- Les moyens permettant de recréer les conditions proches des entreprises, moyens en propre ou mis à disposition,
 - Equipements professionnels : Fablab, les imprimantes 3D, les plateformes technologiques ...
 - Programme de mise à niveau des réseaux IT et systèmes numériques, permettant l'usage des nouveaux moyens pédagogiques numériques : MOOC, réseau WiFi et tablettes numériques
 - Participation à des actions sociales et bénévoles en vue de faire découvrir les ouvertures créées par tous ces développements technologiques et expliquer le monde réel de ces nouvelles entreprises du futur :
 - Donner envie aux jeunes de choisir des métiers scientifiques et technologiques par la pratique du Faire, vacation de l'association La Main à la Pâte



Ont collaboré à la rédaction de ces propositions

Yves Ignazi
Ingénieur Arts et Métiers,
Animateur du groupe de travail



Etienne Bessac
Ingénieur Arts et Métiers,
Membre IESF



Pierre Breese
Président
IP TRUST



Michel Buffenoir
Membre IESF



Guy Escoffier
Ingénieur Arts et Métiers,
Membre IESF



Valentine Ferreol
Responsable Grand Comptes
GFI



Eric Firtion
Directeur de l'Innovation
UIC



Jérôme Frantz
Président
FIM



Bernard Gomez
Délégué
IESF Nord-Pas-de-Calais



Pierre Guimbretiere
Membre IESF



Eric Ignazi
VP Global Business
Development Leader



Hélène Katz
Buyer,
Membre IESF



Djamel Khames
Rédacteur
Arts & Métiers Mag



Didier Le Vely
Directeur des Affaires Economiques et
Internationales
UIC



Jacques Levet
Directeur des Affaires Techniques
FIEEC



Jean-Pierre Moneger
Directeur Général
ENGIE Cofely



André Montmayeur
Ingénieur Arts et Métiers,
Membre IESF



Marc Moronval
Ingénieur Arts et Métiers



Jean-Marc Nozeran
Conseil
STRATORG



Jean-Claude Pannekouke
Membre IESF



Jean Pelin
Directeur Général
UIC



François Quentin
Président du CA de HUAWEI France,
Ancien DG Aéronautique de THALES



Gilles Rizzo
Délégué Général
d'Acsiel Alliance Electronique



Olivier Schimpf
Membre IESF



Jean-Pascal Simard
Directeur des relations publiques
et affaires gouvernementales



Joseph Sola
Directeur du Développement
Energy & Utilities
IBM



Lionel Tardif
Société des Biscuits Poult
Responsable de l'Amélioration Continue



Guillaume Tournier
Membre IESF



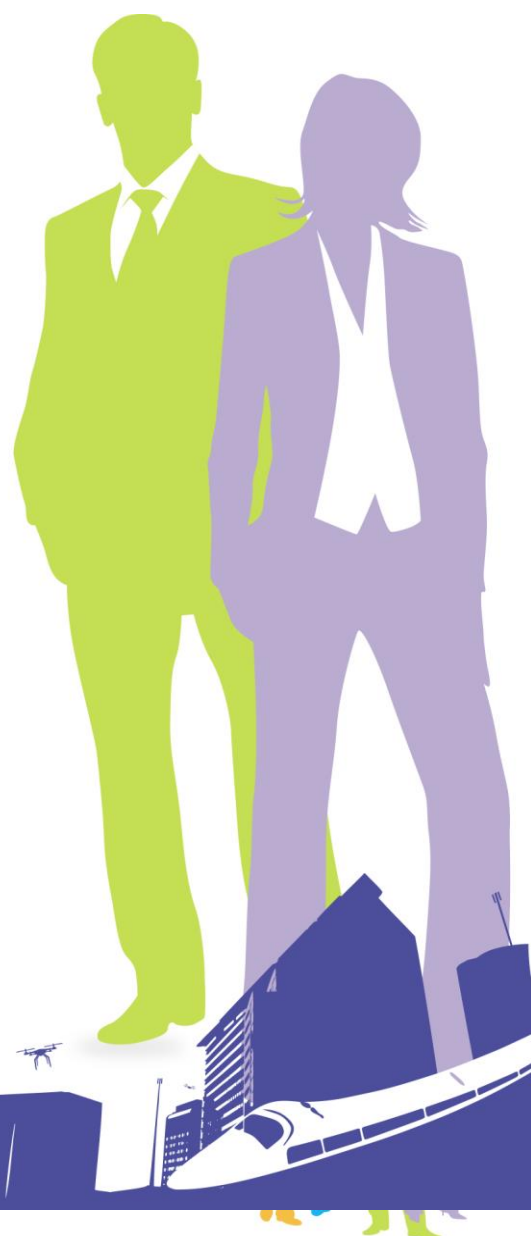
Christophe Travers
Membre IESF,
Alumni ISEO



Des ingénieurs, des scientifiques, un atout maitre pour développer les PME et les ETI



IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE



Des ingénieurs, des scientifiques, un atout maître pour développer les PME et les ETI

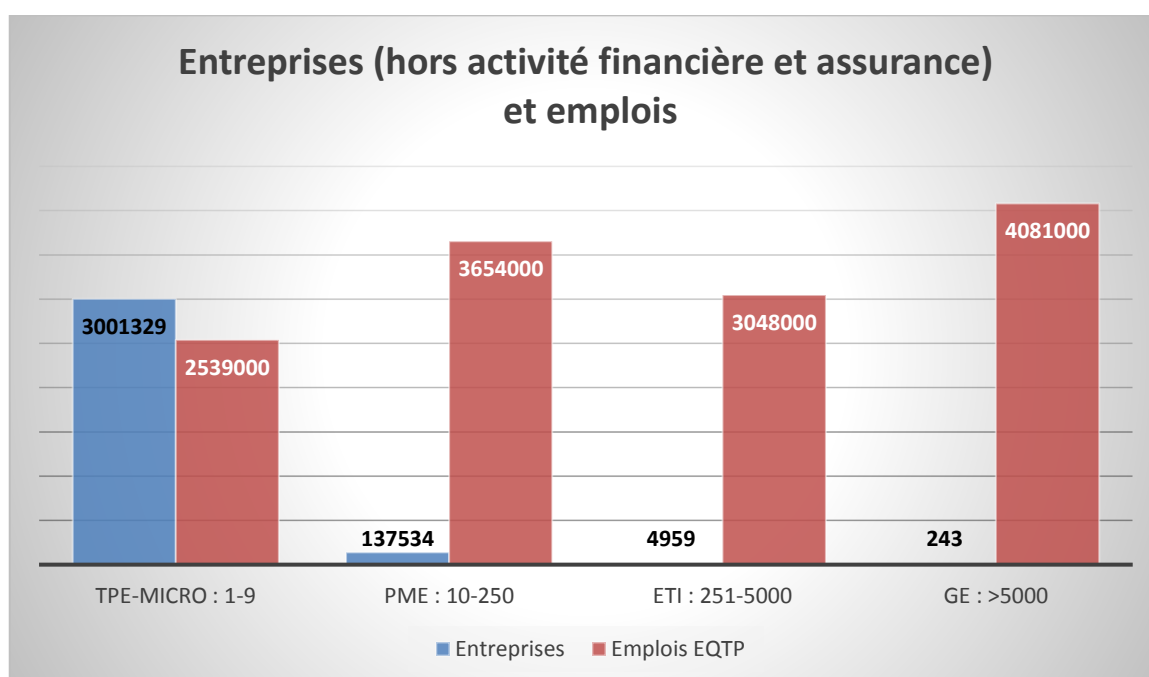
Les constats

1 Les PME et ETI en nombre insuffisant

Ouvrir Le tableau ci-dessous, précise l'emploi salarié sur la base d'équivalent temps plein (EQTP) par catégorie d'entreprise ainsi que le nombre d'entreprise dans la catégorie :

- TPE et microentreprises avec des effectifs entre 1 et 9 salariés
- PME de 10 à 250
- ETI de 250 à 5000
- Grandes Entreprises (GE) au-delà de 5000

Tableau 1 : Distribution des entreprises françaises en fonction de l'effectif
(données INSEE 2011, structure du système productif)



Les PME et les ETI représentent environ 50% de l'emploi salarié.

Avec un effectif moyen de 27 salariés, les PME françaises sont de très petite taille, ce qui est confirmé par une autre donnée : 85% d'entre-elles ont moins de 50 salariés.



L'effectif PME et ETI croît au mieux au rythme du PIB :

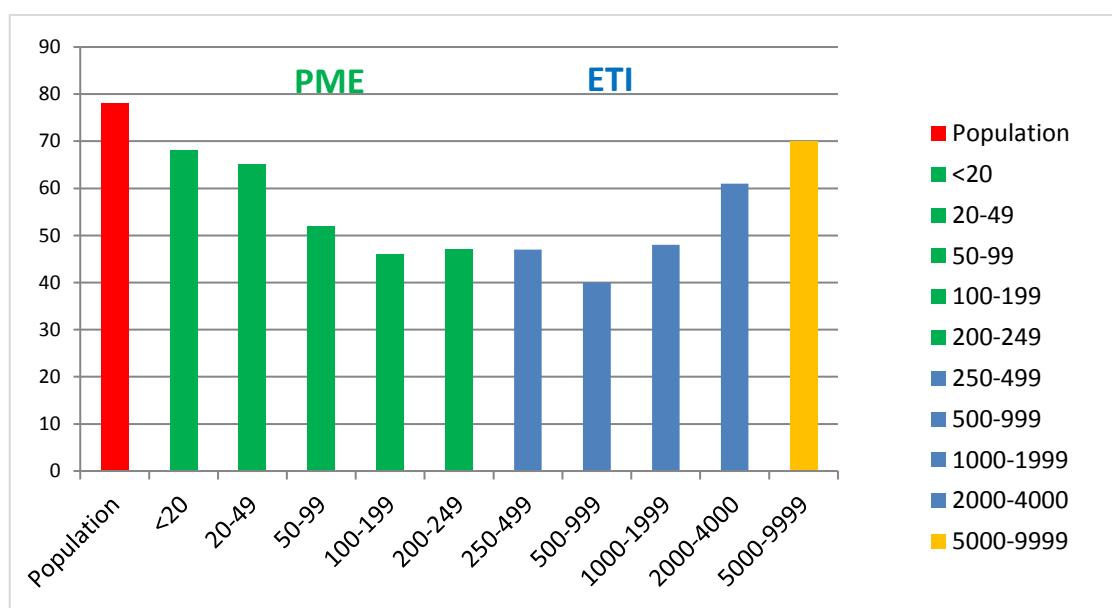
- De 2003 à 2012 : PME + 9,2%, PIB +13,4%
- De 2007 à 2011 : ETI +6,3%, PIB + 5,8% pour le PIB

Les comparaisons avec des pays européens ayant une économie comparable comme l'Allemagne, le Royaume-Uni ou l'Italie font apparaître un effectif PME et ETI très sensiblement inférieur en France.

La comparaison avec l'Allemagne en est une illustration.

Tableau 2 : par taille d'entreprise, ratio France/Allemagne comparé au rapport des populations

Pour un nouveau regard sur le Mittelstand : rapport au Fonds stratégique d'investissement d'octobre 2012 de Kohler Dorothee (Auteur), Weisz Jean-Daniel (Auteur)



Par taille d'entreprise - la taille faisant référence à l'effectif -, le graphique donne le ratio des entreprises françaises par rapport aux entreprises allemandes. Par ailleurs, les ratios sont mis en perspective avec le ratio des populations qui est de 78%. Ce graphique montre que si le ratio des petites entreprises (moins de 20 salariés) ainsi que celui des grands groupes sont avec 70% assez proches de celui de la population, il n'en est pas de même pour les entreprises entre 50 et 2000 salariés avec des ratios de moins de 50%. Or, c'est l'essentiel du domaine couvert par les grosses PME et les ETI.

Or la création d'emplois est en France davantage le fait des TPE et des ETI que des PME.

Ce déficit d'entreprises PME et ETI est une explication du chômage élevé que connaît la France. Si le ratio était de 70% quel que soit la taille d'entreprise, la France compterait 2 millions d'emplois supplémentaires !

Les statistiques font aussi apparaître un plus grand dynamisme : de 2008 à 2013 + 8% de PME en France, +18% en Allemagne.

Depuis de nombreuses années et à l'exception du crédit-impôt-recherche, les pouvoirs publics qui se sont succédés ont porté les efforts sur le soutien aux start-ups et sur la baisse des charges sur les emplois les moins



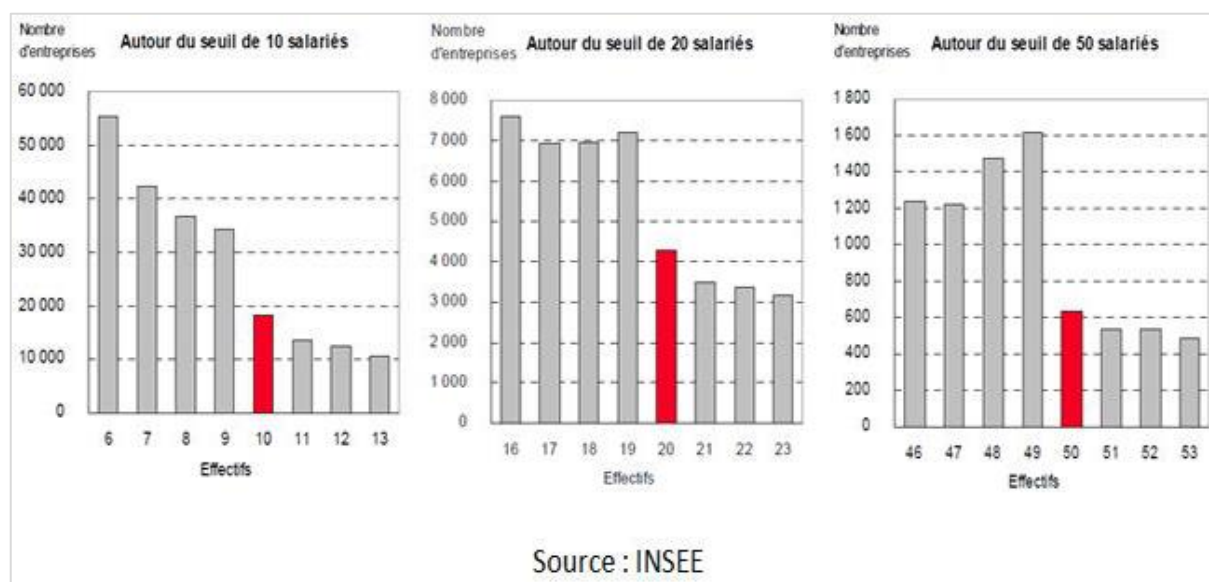
qualifiés. Si ces efforts se sont traduits dans les faits - multiplication du nombre de start-ups, maintien d'activité de R&D - on constate que ces efforts ont été sans effet sur le chômage et que les performances économiques induites restent modestes :

- Depuis dix ans, le nombre de PME et d'ETI a augmenté au mieux au rythme du PIB.
- La majorité des start-ups qui sont nées ces dix dernières années ne sont pas ou ne sont pas en passe de devenir des acteurs majeurs de leur secteur voir des leaders mondiaux ; nombre d'entre elles soit disparues soit ont été absorbées par des sociétés étrangères.

2 Impact des seuils sur la croissance des entreprises

2.1 – Nombre d'entreprises à proximité des seuils de 10, 20 et 50 salariés

Différents travaux mettent en évidence d'importantes discontinuités dans la distribution des entreprises par effectif autour des seuils des 10, 20 et 50 salariés et laissent penser que les seuils pourraient avoir un effet important sur la dynamique de croissance des entreprises.



2.2 – Effets sur la croissance – analyse par la probabilité de croissance

L'INSEE¹ estime l'écart de probabilité de franchir les seuils selon que le droit prévoit ou non des réglementations différentes de part et d'autre de ces seuils :

- Pour une entreprise de 9 salariés, la probabilité de franchir dans l'année le seuil de 10 salariés passerait de 24,5 % à 29,4 % (+ 5 points) en l'absence de seuil ;
- Pour les entreprises de 19 et 49 salariés, les probabilités de franchir les seuils de 20 et 50 salariés seraient supérieures, respectivement, de 9 et 14 points, si aucun changement de réglementation n'intervenait pour ces seuils.

¹ « L'impact des seuils de 10, 20 et 50 salariés sur la taille des entreprises », Document de l'INSEE, Economie et statistique n°437, 2010. <http://www.insee.fr/fr/ffc/iana/iana2/iana2.pdf>



2.3 – Effets sur la croissance – analyse par les marges

Les entreprises industrielles, parmi les plus exposées à la concurrence internationale et responsables de 79% des exportations, et les entreprises de services, responsables de la majorité des emplois, sont toutes deux fortement impactées en termes de marges par le seuil à 50 salariés. Ceci pourrait expliquer un sous-investissement dans le segment de 50 à 100 salariés, et contribuer à l'explication du faible taux de marge de ces entreprises, comme de notre faiblesse relative à l'exportation pour le segment des PME.

2.4 – Relèvement des seuils sociaux

L'allègement des seuils pour remonter uniformément de 10 vers 20 salariés faisait partie des demandes patronales dans les assises de l'entrepreneuriat.

Le relèvement de certains éléments du seuil de 50 salariés par exemple à 100, doit être exploré de façon systématique. Pour mémoire parmi ces obligations figurent :

- Recourir à un plan social en cas de licenciement économique de plus de 9 personnes
- Cotiser pour la formation professionnelle à hauteur de 1,50% au lieu de 0,9%
- Autorisation de présentation simplifiée de l'annexe 2 des comptes supprimés
- Désignation d'un commissaire aux comptes.

Certaines de ces obligations obèrent l'investissement, la croissance et l'emploi.

3 La nécessité d'une politique de simplification en faveur des entreprises

3.1 – Le constat du « fardeau » administratif

Le volume croissant des normes, en particulier celles qui s'appliquent aux entreprises, tient notamment à la volonté des pouvoirs publics de pallier les défaillances du marché, d'assurer une gestion des risques, en réponse aux événements ou de manière proactive, et de prendre la mesure des innovations technologiques et des changements sociétaux.

Les difficultés éprouvées par les entreprises proviennent d'une sédimentation des différentes réglementations, source de complexité du droit, mais aussi des évolutions constantes de l'ordonnancement juridique qui se traduisent par un manque de sécurité juridique et de prévisibilité.

- Au niveau national, il a été estimé qu'une réduction des charges administratives à hauteur de 25 % pourrait engendrer des économies de l'ordre de 15 milliards d'euros pour les entreprises. Chronologiquement parmi les plus récents, le rapport Gallois, le rapport Reille Perotti ², les assises de l'entrepreneuriat en avril 2013, le rapport de Thierry Mandon, convergent sur le constat d'une complexité excessive.
- Selon les estimations de la Commission européenne, une réduction de 25 % des charges administratives pesant sur les entreprises permettrait une augmentation du PIB européen de 0,8 % à court terme et de 1,4 % à plus long terme.

² Rapport de Clarisse Reille Perotti, janvier 2013 : « La charge administrative coûte un minimum de 100 milliards à notre économie. Les déclarations courantes représentent 50 jours de travail dans une entreprise de 3 salariés, et absorbent près du 1/3 de la valeur ajoutée d'une entreprise sans salarié. Une entreprise de moins de 5 personnes doit remplir plus de 210 pages de déclarations chaque année ; une entreprise de 10 personnes, 350 pages. Les petites entreprises sont les plus pénalisées. Par rapport à une PME de plus de 50 personnes, la charge déclarative est 25 fois plus lourde pour une entreprise sans aucun salarié, et 15 fois plus lourde pour une entreprise de 1 à 3 salariés »



- Selon l'OCDE, la charge administrative représente ainsi en France un coût compris entre 3 et 4 % du PIB, soit entre 60 et 80 milliards d'euros.
- D'après le Global Competitiveness Report (2013-2014) du Forum économique mondial, la France occupe le 130e rang sur 148 en termes de « fardeau » administratif. Les trois derniers classements plaçaient la France respectivement aux 126e (2012-2013), 116e (2011-2012) et 127e rangs. On parvient même au 144e rang sur le droit du travail « Hiring and firing practices » ainsi qu'au 137e sur la désincitation fiscale à investir³.

3.2 – Les bénéfices attendus de la politique de simplification

L'importance de la simplification administrative en faveur des entreprises tient à ce qu'elle permet :

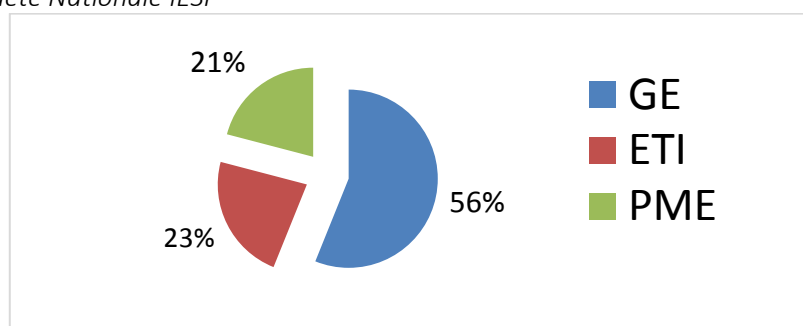
- De favoriser l'entrepreneuriat en libérant des ressources qui seraient autrement consacrées à l'accomplissement de formalités ;
- D'améliorer la gouvernance publique grâce à des moyens d'action plus efficaces ;
- D'accroître la capacité d'investissement des entreprises, via une amélioration de leurs marges ;
- D'accroître ce faisant la taille des entreprises, avec des effets positifs sur la capacité exportatrice et le solde commercial ;
- D'accroître l'emploi, comme résultante des éléments précédents ;
- De réduire les coûts des administrations et organismes publics en charge du contrôle des normes.

4 Les ingénieurs et scientifiques dans les PME et ETI

Alors que les PME et les ETI représentent 50% de l'emploi salarié, elles regroupent 44% des ingénieurs comme le rappelle le tableau ci-dessous issu de l'enquête IESF 2014.

Tableau 2 : répartition des 635 000 ingénieurs du secteur privé

Source : étude Enquête Nationale IESF



Si cette répartition se rapproche de celle de l'ensemble des salariés, elle masque des différences suivant les secteurs ou encore la localisation de l'entreprise.

- Les secteurs traditionnels comme l'industrie connaissent des difficultés pour attirer les jeunes ingénieurs et scientifiques.



³ http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2013-14.pdf p 187

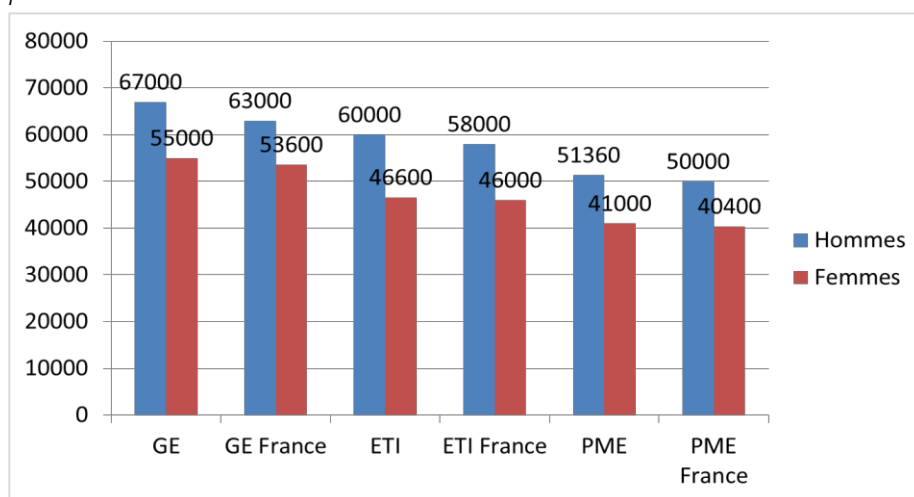
- Les secteurs des nouvelles technologies font face à un manque de candidats et les entreprises s'arrachent les meilleurs.

Concernant plus particulièrement les ingénieurs, les travaux conduits dans le cadre du livre « Paroles d'ETI * » font apparaître des difficultés pour embaucher des ingénieurs dans la R&D ainsi que des ingénieurs confirmés qui doivent concevoir et accompagner les nouveaux programmes.

L'enquête IESF fait apparaître des écarts de salaires entre PME-ETI et GE

Tableau 3 : salaires bruts médians

Source : étude Enquête Nationale IESF



Si la France veut accélérer le développement de ses PME et ETI, elle doit faire face à deux défis :

1. Pour les entreprises des secteurs traditionnels, « la montée en gamme » et plus d'innovation sont des impératifs pour pouvoir se développer sur des niches de marché et y prendre des positions de leader.
2. Pour les entreprises des secteurs des nouvelles technologies, l'impératif est de trouver les compétences et les soutiens financiers pour pérenniser et assurer des croissances rapides.

Dans les deux cas de figures, les entreprises devront faire appel à des personnels plus qualifiés, techniciens spécialisés dans un tout premier temps mais très rapidement des qualifications d'ingénieurs ou scientifiques bac+5.

Il est donc impératif que les jeunes diplômés aient une perception positive des PME et ETI, qu'elles ne soient plus perçues comme un risque face aux manques de perspectives de carrière contrairement à ce que peuvent faire miroiter les grandes entreprises, même si in fine, les carrières dans les grandes entreprises ne sont pas aussi sûres et gratifiantes qu'il y paraît.



Les préconisations

Proposition 1 : dynamiser le développement des PME et ETI

1. Première préconisation

Le premier frein réside dans l'environnement réglementaire et fiscal qui leur est appliqué et dans les aides et les concours financiers dont elles peuvent bénéficier. L'effort est aujourd'hui majoritairement concentré sur les phases d'amorçage et les toutes premières années. Au-delà, peu d'avancées ont été réalisées à ce jour.

- L'augmentation brutale des charges et obligations à partir de 50 salariés perdure.
- La simplification de la fiscalité et la suppression d'une multitude de taxes restent un vœu pieux.
- L'orientation de l'épargne des français vers l'économie réelle au travers d'une fiscalité du capital réaliste reste timide.

Ces sujets ont été maintes fois analysés et les solutions sont connues. Il est urgent que les solutions soient mises en œuvre.

2. Deuxième préconisation

Le second frein est le manque d'accompagnement du chef d'entreprise. Une étude récente de BAIN & COMPANY et RAISE * fait ressortir comme élément qu'une meilleure stratégie aurait permis d'atteindre un taux de croissance plus élevé. Le taux de réponse atteint 43%, soit à égalité avec les préoccupations réglementaires et fiscales.

Prérequis : Permettre une meilleure analyse stratégique suppose :

- Que le chef d'entreprise soit ouvert à cette démarche ;
- L'existence d'un mentorat à l'image des pratiques de l'association ENTREPRENDRE ;
- Au-delà des toutes premières années, la mise en place d'une gouvernance est une solution à promouvoir.

Mise en œuvre du mentorat :

- Le vivier de mentors potentiels existe avec les nombreux cadres et ingénieurs seniors qui ont été licenciés et qui ont le plus souvent opté pour une activité d'indépendant ;
- L'échelon manquant est un organisme qui puisse assurer deux fonctions :
 - Former et valider la compétence des futurs mentors
 - Etre un guichet unique auprès des entrepreneurs à la recherche d'un mentor.

Notre recommandation est que cette mission devrait être du ressort des Chambres de Commerce et d'Industrie (à condition qu'elles se structurent de façon professionnelle pour cela).

**Etude sur l'alliance des grandes et des jeunes entreprises « David avec Goliath » Mise en œuvre de la gouvernance*



Le Code de Commerce par son article L 225-35 donne comme principale mission au conseil d'administration de « déterminer les orientations de l'activité de la société et de veiller à leur mise en œuvre. Les travaux de l'IFA – Institut Français des Administrateurs- font ressortir :

- La faiblesse de la gouvernance dans les PME-ETI
- L'analyse des réussites fait le plus souvent apparaître l'existence d'une gouvernance et sa contribution au succès de l'entreprise ;
- La possibilité donnée aux entreprises non cotées de concevoir une gouvernance « sur mesure » et évolutive grâce aux libertés réglementaires que donnent le statut de SAS ou encore celui de Sarl par rapport au statut de SA.

Ces travaux font l'objet d'une publication de sa commission ETI qui est une base pour promouvoir cette forme de mentorat par la gouvernance. Par ailleurs, L'IFA a développé des formations dont celle d'administrateur de société certifié (ASC) qui sont particulièrement adaptées à la formation d'administrateur et d'administratrice pour les PME et ETI.

La problématique n'est ni la disponibilité de compétences ni la formation mais elle est de convaincre l'entrepreneur de la valeur ajoutée d'une gouvernance. Pour ce faire et de notre point de vue, il appartient aux organisations patronales et professionnelles (MEDEF, CGPME, METI, CJD, réseau ENTREPRENDRE, réseau des APM, etc) d'être les relais.

Il reste aujourd'hui à identifier un organisme pour prendre cette mission en charge, en coordination avec l'IFA et avec le soutien des IESF.

Une autre voie qui mérite d'être signalée et qui traite de l'accompagnement des PME et ETI pour se préparer à l'industrie du futur peut être envisagée à l'échelle d'une région comme le fait la Nouvelle Aquitaine depuis deux ans :

- "ETI et PME à potentiel". Le Club aquitain des ETI (élargi maintenant à ALPC) est un club unique en France associant les industriels à la définition d'une politique régionale.

Créé en novembre 2011 à l'initiative du Conseil régional d'Aquitaine, le club comprend aujourd'hui 52 sociétés.

Il se veut un lieu d'échanges, prospectif et opérationnel avec audition d'experts sur les grands enjeux pour les ETI en Aquitaine, un lieu de comparaison avec d'autres pratiques françaises et étrangères, un lieu de définition et d'orientation d'une future politique régionale d'accompagnement pour développer le nombre d'ETI et de futures ETI en Aquitaine.

- Le programme "usine du futur", proposé par le club des ETI précité.

Le programme Usine du futur a une double ambition :

- A court terme, redonner des marges de manœuvre aux entreprises en les accompagnant vers l'excellence opérationnelle.
- A long terme, soutenir la transition vers l'Usine numérique et connectée. Il s'agit donc d'un processus progressif sur une échelle de temps de 10 ans pour améliorer la performance industrielle pour des ETI et PME.



Dispositif opérationnel piloté et financé par la Région Nouvelle Aquitaine et les Fonds européens, le programme Usine du Futur a démarré en février 2014. :

- Il comporte une première phase (AMI) permettant d'identifier des entreprises désireuses d'améliorer leur performance industrielle. Elles bénéficient par la suite d'un diagnostic de leur outil de production, de leur organisation industrielle, des conditions de travail et du management au sein de l'entreprise.
Grâce à ce diagnostic, un plan d'amélioration de leur performance industrielle avec un chiffrage des gains attendus leur est proposé. Améliorer la productivité et offrir aux salariés de meilleures conditions de travail.
- La seconde phase du dispositif consiste en un accompagnement de la Région sur les investissements matériels, les volets formation et conseil, l'aide à l'embauche. Un référent région assure un suivi personnalisé de chacune des entreprises.
253 entreprises retenues en 2014 et 2015.

Ce programme se situe dans un cadre plus général qui met les grands maitres d'œuvre à contribution pour la modernisation du tissu industriel.

Programme associé à l'action : Contrats de partenariat et de croissance

En mars 2009, a été entériné le principe de **contrats de partenariat et de croissance avec des leaders industriels régionaux** permettant :

- à l'entreprise, d'organiser avec l'aide du Conseil régional un environnement académique, industriel et social favorable à son propre développement en région ;
- au Conseil régional et à l'entreprise d'anticiper et accompagner des mutations économiques ;
- au Conseil régional de faire émerger ou conforter des stratégies sectorielles capables de fédérer les acteurs régionaux et de créer une synergie entre ses efforts de soutien à la recherche, à l'industrie et à la formation.

Il s'agit de favoriser à terme :

- l'industrialisation en région des efforts de recherche consentis par la Région ;
- l'ancrage des entreprises en Aquitaine et la visibilité du développement de ces entreprises ;
- la modernisation de l'outil productif régional.

Dans ce cadre, elle étend la politique de partenariat initiée avec l'entreprise Arkema aux leaders aéronautiques tels que les groupes Safran (Herakles – Turbomeca) ou Thales.

Proposition 2 : promouvoir l'apprentissage comme filière de formation des ingénieurs au même titre que les filières des grandes écoles ou de l'université

Si le premier besoin exprimé par les PME aujourd'hui se situe au niveau des ouvriers qualifiés et des techniciens, elles auront rapidement besoin d'avoir recours à des ingénieurs si le contexte les conduit à accélérer leur croissance et plus certainement avec le développement de nouveaux procédés de fabrication (robotique, fabrication additive, soudure par friction-malaxage, etc).



Du côté des ETI, le recours à des ingénieurs est aujourd'hui une pratique établie ; les problèmes rencontrés sont locaux ou ponctuels ; difficultés à faire venir des ingénieurs en région ou situation tendue entre l'offre et la demande dans certains secteurs.

Préconisations

1. Nous sommes favorables au projet par ailleurs développé par l'Institut Montaigne de transférer aux régions la compétence sur le pilotage et le financement de l'ensemble des établissements relevant de la formation professionnelle.
2. A côté des parcours traditionnels (Bac+5 ou écoles d'ingénieurs), promouvoir les parcours de formation en alternance permettant de déboucher sur un diplôme d'ingénieur

Intérêts et bénéfices à transférer aux régions

- Les PME et ETI sont principalement implantées dans les territoires.
- Les régions sont compétentes dans le développement économique des territoires.
- Les pôles de compétitivités entraînent la mise en place d'écosystèmes locaux autour d'une filière.
- Les circuits administratifs sont d'autant plus efficaces qu'ils sont courts.

Intérêts et avantages de favoriser l'apprentissage et les formations en alternance comme filière de formation jusqu'au diplôme d'ingénieur

- L'efficacité de ces formations est largement démontrée par les exemples à l'étranger (exemples allemand, autrichien ou suisse).
- Le rapprochement géographique élèves-entreprises facilite l'organisation de l'alternance et l'implantation future des diplômés.
- Les futurs diplômés ont d'emblée la connaissance de l'univers des PME qui est différent de celui des grands groupes trop souvent considérés comme le modèle universel d'entreprise.

Prérequis

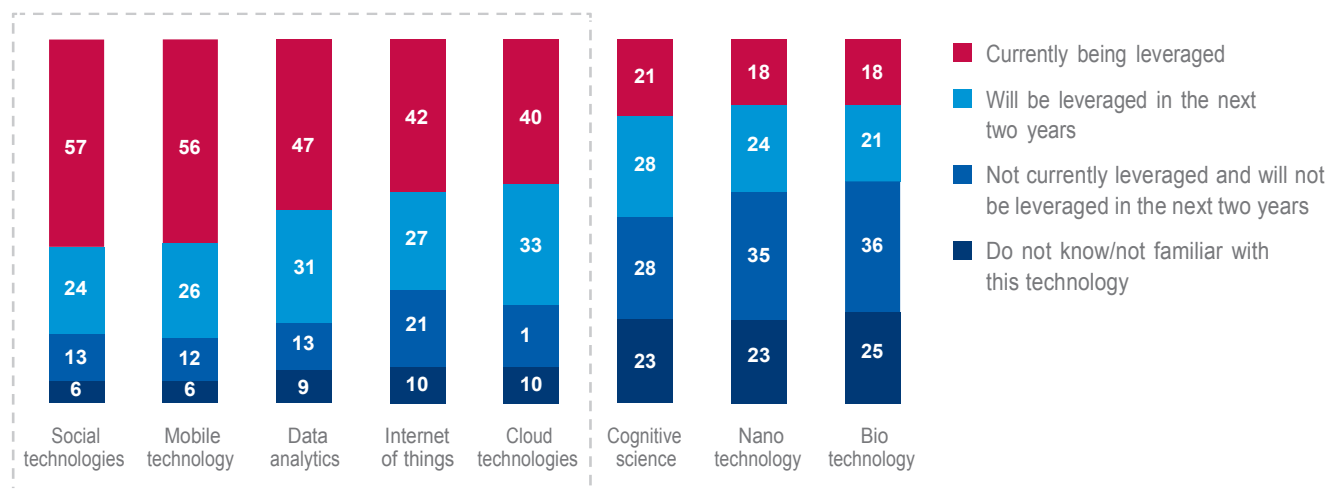
- La stabilité réglementaire : la mise en place d'une filière d'apprentissage demande du temps - plusieurs années - alors qu'il suffit d'une année pour la mettre en péril suite à une réforme hasardeuse.
- Ces préconisations n'ont de sens que si les entreprises s'investissent dans la formation en participant aux structures qui seront chargées de fixer les orientations, font l'effort de proposer des stages en entreprises et d'accueillir des élèves dans le cadre de l'alternance.

Proposition 3 : les attentes des nouvelles générations

Dans cette période de crise économique, de changements structurels et de hausse du chômage, les jeunes entrepreneurs présents au Sommet du G20 ont affirmé avec force depuis 2013 que ce sont les PME (et ETI) qui créeraient le plus d'emplois nouveaux. Ils ont même pris l'engagement de créer plusieurs millions d'emplois en Europe chaque année.



Par ailleurs 78% des entrepreneurs selon une étude réalisée en 2013 par ACCENTURE sont ce qu'on peut appeler des « entrepreneurs digitaux » utilisant massivement les technologies de l'information telles que les applications mobiles, l'exploitation de grands nombres de données (data analytics), ou le cloud. Le graphique ci-dessous reprend les éléments clés de l'étude :



Enfin, l'arrivée des générations Y et bientôt Z dans le monde du travail est une réalité qu'on ne peut pas éluder. De nombreuses études ont fait valoir que ces nouveaux adultes avaient un comportement fort différent de leurs aînés et surtout une relation au travail différente. La culture digitale est presque innée pour eux et ils ne conçoivent pas un métier hors de ces infrastructures.

L'utilisation des réseaux sociaux est poussée et la notion de communauté leur est indispensable en particulier un environnement d'innovation ouvert. Collaboration, partage, co-crédation sont pour eux normalité. Parmi cette population, beaucoup de jeunes diplômés n'hésitent pas à devenir entrepreneurs et à prendre ainsi le contrôle de leur évolution de carrière et de vie.

Préconisation

Promouvoir une souplesse de l'emploi :

- Proposer par exemple un contrat de travail simple et flexible pour dynamiser le marché de l'emploi et favoriser l'embauche dans les PME
- Systématiser mobilité et télétravail
- Promouvoir le reverse-mentoring (les jeunes populations rompues au digital, réseaux sociaux, forment leurs aînés) au sein des entreprises de façon à ce que les jeunes générations s'y sentent à l'aise compte tenu de leur mode de fonctionnement

Reconnaître et accompagner les changements de société :

- Promouvoir la création et le recours à des plateformes de talents mondiaux qui seront sollicités sur des problématiques complexes largement au-delà de leur environnement habituel



- Revisiter et adapter les définitions et dispositions légales des accords de branche de façon à laisser aux PME la souplesse nécessaire au développement de leur économie

Pré-requis

- Un code du travail modernisé et simplifié
- Une volonté communautaire de travailler ensemble sur ce point (cf. le projet Entrepreneurs 2020 à la commission Européenne)

Proposition 4 : l'international n'est pas que la pratique de la langue

La grande majorité des entrepreneurs d'aujourd'hui ne se conçoivent que globaux à l'image de l'économie mondiale. Prétendre le contraire, c'est nier l'évidence ! Pour favoriser la croissance de nos PME, il faut donc faciliter leur internationalisation et pas seulement aux USA ou en Asie mais tout simplement déjà en Europe. Croissance et pérennité passent par là.

Or, aller à l'international pour une PME n'est pas simple et au-delà d'un investissement financier évident, nécessite de comprendre la culture et bien évidemment la pratique des affaires du pays où l'on souhaite s'implanter. Un business model fonctionnant bien en France peut se révéler inefficace ou peu adapté dans un autre pays.

Enfin, le principe d'expatriation ayant montré ses limites, il faudra recruter des managers locaux, des ingénieurs locaux et s'assurer confiance et loyauté à l'entreprise, pour ne mentionner que les caractéristiques triviales. Quant à l'entrepreneur, lui-même, il devra être ouvert, humble et patient sans toutefois tomber dans la naïveté.

Pouvoir s'appuyer sur des « référents » qui connaissent un pays pour y avoir vécu/exercé apparaît donc indispensable. Il serait illusoire de penser que le recrutement d'un ou plusieurs V.I.E, jeune dynamique et ouvert puisse répondre au besoin. Il pourra au mieux venir en renfort localement. C'est pourquoi le rôle des grands Groupes Français déjà largement déployés à l'international est clé. Dans le secteur de la Défense, une initiative telle que Pacte PME a montré qu'elle pouvait fonctionner dans certains cas et faciliter l'implantation de PME au-delà des frontières. Mais au-delà du lancement de telles initiatives et de leur promotion, nous ne saurions que trop recommander la vérification régulièrement de son fonctionnement réel sur le terrain : il faut dépasser le stade des promesses !

Préconisations

Promouvoir un fonctionnement grand groupe/PME efficace et contrôlé :

- Faciliter l'implantation géographique des PME au travers de locaux mis temporairement à leur disposition ou d'assistance administrative/aide au recrutement
- Mettre en place des communautés (sur base du volontariat) de partage d'expérience internationale pays par pays
- Communiquer sur l'apport réel d'Ubifrance et mettre en place un contrôle et une boucle d'amélioration des actions

Instaurer systématiquement le recours au mentorat international :



- Partage d'expérience dans un cercle vertueux

Développer un visa entrepreneurial mondial :

- pour faciliter la mobilité des entrepreneurs. Les formalités administratives pour travailler à l'étranger sont souvent contraignantes voire bloquantes. Cette demande a déjà été faite au G20 en 2015.

Prérequis

Promouvoir l'internationalisation nécessite structures d'accompagnement efficaces et du réalisme.



Ont collaboré à la rédaction de ces propositions

Jean Cantoni
Associations des Centraliens,
Animateur du groupe de travail



Corinne Dubruel
Associations des Centraliens



Annie Combelles
Présidente
INSPEARIT



François Lureau
Président
IESF



Grégoire Postel Vinay
Responsable de la missions stratégie
Direction générale des Entreprises,
Ministère de l'Economie, de l'Industrie
et du Numérique

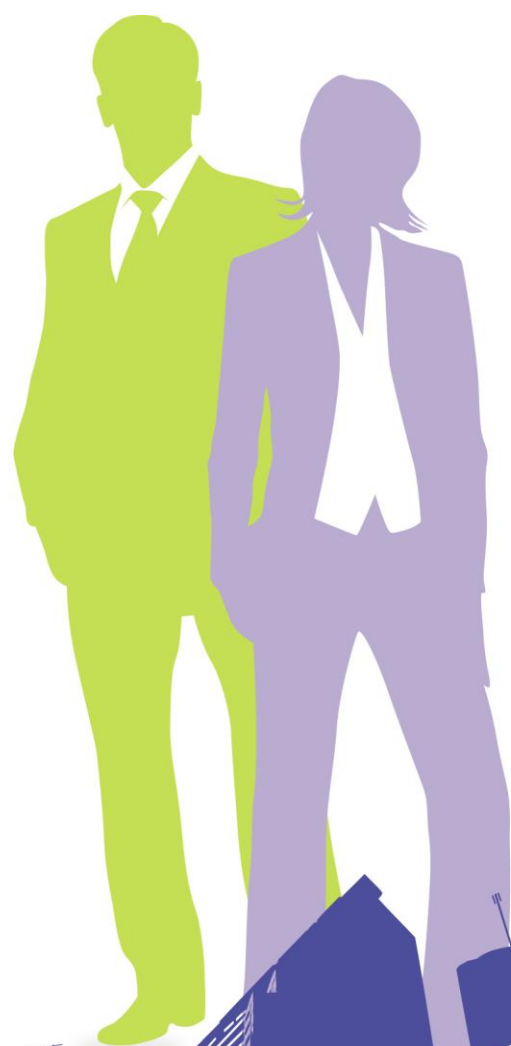




Les experts



IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE



Les experts

1 Définition

- a. **Un expert** est un spécialiste de haut niveau d'un domaine, généralement technique, qui sert de référence au sein de son entreprise, de son pays, ...
- b. **Quelques critères**
 - i. Un expert doit « être reconnu » naturellement de ses pairs ; il s'identifie par le fait que ces derniers viennent le solliciter.
 - ii. En général, il met plutôt son dynamisme vers sa spécialité technique que vers le management (Ne pas généraliser, toutefois).
 - iii. Il représente un capital très important, étant un point clé dans la gestion des compétences ; il est donc rarement « interchangeable », contrairement aux managers.
 - iv. Pour les spécialités à forte évolution temporelle (informatique, électronique, ...), les experts sont généralement jeunes mais ils perdront rapidement leur expertise s'ils quittent leur implication directe dans leur spécialité. Inversement, pour les spécialités à évolution lente (mécanique, structure, ...), les experts seront plus âgés, ayant acquis de nombreuses compétences et seront moins sensibles à une perte d'expérience en cas de changement de fonction.
 - v. Un expert dans l'industrie n'est pas identique à un chercheur de la même spécialité. Ce dernier doit faire avancer sa science sans prendre en compte nécessairement des contraintes adjacentes. Inversement, dans l'industrie, l'expert dans sa spécialité doit avoir une connaissance suffisante des spécialités connexes pour ne pas proposer des solutions miraculeuses pour son domaine mais globalement inapplicables.
 - vi. On s'est volontairement limité aux experts techniques mais il en existe aussi en sciences humaines, dans les domaines culturels qui sortent du champ de compétence des IESF.
- c. **Il existe aussi dans les PMI ou ETI des experts sur lesquels repose une grande partie du savoir-faire**, de la réussite voire de la survie de l'entreprise ; à noter que pour certains points, la problématique peut être différente car l'expert est souvent seul.

2 Historique

- a. Ceux que nous appelons maintenant des experts, ont souvent été considérés dans le passé comme des personnes ne recherchant pas de responsabilités managériales, et donc à écarter de toute promotion. Comme ils étaient jugés par des managers, leur carrière était souvent « minable ».



On constate aussi que s'ils étaient « tranquilles » pour vivre leur spécialité technique, ils n'avaient pas l'habitude de se battre pour obtenir de l'avancement.

- b. Pour les managers, avoir dans son équipe un expert guère visible était aussi souvent un atout permettant de valoriser personnellement, en utilisant leur savoir.
- c. Dans beaucoup d'industries, les carrières (promotions et salaires) sont fortement influencées par les méthodes d'évaluation des poids de poste dont les critères importants sont « le budget géré » et « le personnel encadré » ; critères définis par des managers pour les managers ! mais totalement inadaptés pour les spécialistes, sans budget et sans équipe : ce qui permet de justifier des carrières moins brillantes.
- d. Au début des années 90, Louis Gallois, Président d'Aérospatiale, met en place une « Filière Experts » au sein de son entreprise. Il explique sa décision par le fait que les experts représentent un capital inestimable (le savoir-faire de l'entreprise), et qu'ils ne sont pas interchangeables, contrairement aux managers. Il veut donc les mettre en évidence et les promouvoir.
- e. Quelques dérives sont apparues immédiatement, en donnant des « bâtons de Maréchaux » à quelques personnes sollicitant un avancement, mais pas de vrais experts.
- f. Inversement, beaucoup d'entreprises ont compris rapidement l'intérêt des Filières Experts et ont même travaillé ensemble pour partager leur expérience : mise en place, animation, valorisation, confidentialité, incitation au recrutement, ... Aérospatiale a été un moteur de ces échanges inter-entreprises.
- g. La mise en place d'un réseau de recherche au sein d'EADS (faisant suite à Aérospatiale après européenisation) a été un complément très important pour structurer la Filière Experts et mettre en évidence les meilleurs experts européens du Groupe. Ainsi, les experts, présidents des thématiques du réseau étaient élus par leurs pairs et étaient les correspondants techniques de la Direction Générale du Groupe.

3 Intérêts de la valorisation des filières Experts

a. Recruter des jeunes

- i. La promotion de la technicité auprès des jeunes est essentielle ; elle doit être engagée en deux étapes :
 - 1. Au niveau de la formation initiale ; cela doit être initié dès le primaire, développer au collège en fin duquel d'importants choix d'orientation sont effectués, puis au lycée.
 - 2. Au niveau des études secondaires et des premières années professionnelles pour montrer que l'on peut avoir des carrières brillantes et passionnantes, sans passer par la voie dite « royale » du management.



b. Attirer les jeunes femmes

- i. Les femmes sont trop peu nombreuses dans l'industrie (une femme pour 4 hommes) alors qu'elles sont plus nombreuses que les hommes à réussir leurs études secondaires.
- ii. Les femmes peuvent avoir exactement les mêmes fonctions que les hommes mais les contraintes familiales les conduisent souvent à ne pas accepter des fonctions managériales, notamment lorsqu'elles ont de jeunes enfants. Les Filières Experts peuvent être fort attractives et méritent alors d'être valorisées pour elles, car totalement compatibles avec de possibles temps partiels et des congés de maternité. Lorsque les enfants seront indépendants, une évolution vers le management est alors faisable pour celles qui le souhaitent.

c. Développer le meilleur niveau de compétences

- i. Une industrie n'est performante que si elle possède les meilleures compétences de ses spécialités. Ces compétences au top niveau seront portées par les experts de l'entreprise. Ils pourront les maintenir et surtout les faire évoluer sans les nombreuses contraintes administratives que doivent gérer les managers.
- ii. On doit aussi intégrer dans ces compétences l'expérience acquise progressivement au sein de l'entreprise ; les experts qui ont des carrières plus continues vont pouvoir gérer au mieux tout ce savoir-faire et le restituer au moment voulu vers des équipes nouvelles. Ce seront donc des garants de la capitalisation de l'expérience de l'entreprise.
- iii. L'implication des experts est capitale dans tous les nouveaux projets ; leur expérience permettra de prendre rapidement les bonnes orientations au niveau des avant-projets ; cela conduira à réduire les risques, les coûts et les délais.
- iv. Les experts techniques, scientifiques et assimilés, sont d'une grande valeur dans le contexte des opérations d'acquisition d'entreprises / joint-ventures. En effet, d'abord il se peut que ce soient eux (et non pas les financiers) qui identifient la cible / l'opportunité. Ensuite, lors des procédures de "due diligence" et d'évaluation des actifs immatériels, leur objectivité et leur compétence aux côtés des banquiers d'affaires / avocats, permettent à l'acheteur d'éviter des pièges en tous genres. Enfin, ils peuvent obtenir auprès de leurs homologues des informations précieuses, pas seulement techniques / business, pour une conduite efficace des opérations de fusion / acquisition.
- v. A partir d'un certain niveau comme expert, le rattachement doit être élevé pour lui permettre d'avoir des missions partout dans l'organisation, et sans tomber dans le travers selon lequel les experts d'une division ne valent pas ceux de l'autre division... Il ne faut pas non plus les mettre dans la Direction Recherche (tour d'argent), le mieux est de les laisser au sein de leur entité technique pour assurer la meilleure osmose possible avec le reste du personnel. Le rattachement à la Direction de la Recherche n'est alors qu'opérationnel.



- vi. Il est exclu d'avoir des experts s'ils n'ont pas au moins un projet auquel ils sont affectés en partie (typiquement 25 %) avec un rôle opérationnel ; essentiel pour le renouvellement des savoirs et des réseaux. Parfois ces projets peuvent être en collaboration avec des entreprises et organismes extérieurs.

d. Transmettre aux générations suivantes

- i. Quelques experts aiment bien garder leur savoir pour se garantir de ce qu'ils pensent être leur « suprématie » ; ils ont peur que leurs élèves les rattrapent. Ils font fausse route car ils s'isolent du futur en se cloisonnant dans leur passé.
- ii. Un bon expert est toujours en évolution, à la limite des acquis de sa spécialité ; il se doit donc de progresser au moins aussi vite que ses élèves. On doit aussi admettre, comme le font généralement les parents vis-à-vis de leurs enfants : ils aident leurs enfants pour qu'ils réussissent mieux qu'eux.
- iii. De façon générale, transmettre son savoir, « en catastrophe », juste avant le départ en retraite (un ou deux ans), n'est pas une bonne solution car les plus jeunes ne sont pas réceptifs à plein d'informations âgées, dont ils n'ont pas le besoin à court terme. On peut envisager trois méthodes alternatives beaucoup plus efficaces :
 - 1. L'expert peut écrire un livre qui synthétise son expérience personnelle mais au sein de multiples autres données, constituant un véritable cours qui servira de référence pour les générations suivantes, en interne entreprise mais aussi en externe, dans les écoles. On peut envisager une annexe classifiée « confidentiel Industrie » pour préserver le savoir-faire propre à l'entreprise.
 - 2. L'expert assure l'animation de réseaux spécialisés en interne et externe. Ajouter aussi l'outil des « Technology review workshops », c'est à dire de réunions annuelles ou semestrielles consacrées au réseau des personnes (direction, managers, techniciens, jeunes experts, etc.) impliquées sur un thème donné dont 2-3 experts sont les animateurs. Les Power-Points ou des collections de liens vers des documents sur l'Intranet de l'entreprise sont un complément important en interne à l'entreprise.
 - 3. L'expert travaille en permanence avec des plus jeunes (10 à 20 ans d'écart) pour les guider et les conseiller, avec son expérience, sur les sujets qu'ils sont en train de traiter. L'assimilation est alors aisée car elle répond à un besoin immédiat et concret.
- iv. En pratique, l'expert doit avoir une triple mission d'enseignant et de conseil :
 - 1. Pour la formation initiale (enseignement supérieur). Il va surtout transmettre du savoir aux jeunes pour les former à sa discipline, les motiver, les repérer pour envisager des embauches, ... Cela permet à l'expert de bien généraliser ses compétences, bien les structurer et ainsi apprendre à les expliciter clairement à des néophytes. Le livre indiqué ci-dessus est la concrétisation écrite de son expertise.



2. Pour le personnel de l'entreprise et notamment les jeunes embauchés et les futurs experts de sa spécialité. Cela sera réalisé par des cours internes et un suivi continu de certains. L'annexe confidentielle indiquée ci-dessus sera une base essentielle.
3. Pour l'extérieur de l'entreprise, certains grands groupes industriels mettent en valeur leur expertise auprès d'autres entreprises (souvent des PME de leur Supply Chain) en « commercialisant » les compétences de leurs experts. Cela a pour effet :
 - a. De développer leur image de marque,
 - b. D'aider au développement de leur Supply Chain,
 - c. D'aider des concurrents dans l'embarras (Fukushima)
 - d. D'élargir le champ d'application de leurs experts,
 - e. D'obtenir quelques revenus complémentaires (attention aux responsabilités prises vis-à-vis du client).
- v. On doit traiter avec beaucoup d'attention le départ en retraite d'un expert. Il est vivement recommandé de ne pas couper les liens brusquement mais au contraire de le valoriser en assurant une saine transition :
 1. Il sera rappelé ponctuellement en cas de besoin, pendant encore quelques années,
 2. Il sera aidé pour engager des actions de conseils et d'enseignements,
 3. Il continuera à valoriser l'image de marque de son entreprise, ...

On doit noter que des ruptures brutales avec des situations de préretraite forcées, ... sont catastrophiques pour le moral de l'expert mais aussi pour l'entreprise qui aura bien du mal pour le re-solliciter ensuite, ...

4 Encadrement de la formation des experts

a. Remarques liminaires

- ii. On peut difficilement parler de formation des experts car, par définition, ce sont eux qui en savent le plus dans leur spécialité. Inversement, on peut s'organiser pour que leur formation, personnelle, se concrétise au mieux.
- iii. Le Management est bien connu et est, très souvent encore, considéré comme la « voie royale » pour une carrière. L'Expertise est inversement encore peu connue, il est donc essentiel que cette filière soit bien explicitée au moment de l'embauche d'un jeune ingénieur ou scientifique et valorisée clairement vis-à-vis des perspectives de carrière. Ces données sont fort importantes pour convaincre certaines jeunes filles à s'engager dans des carrières industrielles.

b. Jeunes ingénieurs et scientifiques

- i. Le passage de la formation au sein de l'enseignement supérieur à celle en entreprise est une étape clé pour un jeune. Indépendamment de l'apprentissage du monde de l'entreprise, il va généralement se spécialiser en fonction de ses premières activités et souvent se révéler :



1. Se spécialiser : l'école, l'université sont des lieux où l'on apprend essentiellement à apprendre et à acquérir des méthodes, des outils de travail. Avec ses premiers postes en entreprise, le jeune va approfondir une spécialité technique, et même parfois une « niche » de cette spécialité. L'importance de l'accompagnement de sa hiérarchie sera capitale pour l'encourager vers le management ou vers l'expertise. Les premières années, très liées à la technique, vont « marquer » le jeune par cette spécialité initiale. Bien souvent, quelle que soit sa carrière, il aura une « étiquette » ; c'est un homme (ou une femme) de structures, d'électronique, ...
 2. Se révéler : au cours de ses premiers travaux en entreprise, le jeune ingénieur ou scientifique va mettre en évidence son comportement : « son Savoir-Etre » avec ses qualités et ses défauts. Dans les deux premières années, certains vont déjà se faire remarquer comme des HP (Haut Potentiel), d'autres non. Mais on verra également selon ses méthodes de travail s'il se passionne, mais aussi s'il a les atouts pour s'orienter vers la technique ou le management. Tout cela dépend beaucoup de la personnalité du jeune mais aussi de son encadrement direct qui peut avoir une très grande capacité de transfert de motivation (comme certains professeurs dans les écoles).
- ii. Comme tout ingénieur doit maintenant se remettre en cause très régulièrement (tous les 5 ans environ), il est essentiel que les deux filières présentées à l'embauche soient bien réexaminées au bout de ces premières années en entreprise, que l'on peut considérer comme la fin de la formation initiale. L'expérience acquise et la confirmation des goûts et du Savoir-Etre, permettent alors d'envisager une optimisation de l'orientation de carrière pour les prochaines années. On parle alors d'un « vivier Experts » pour ceux qui veulent privilégier la technique au management. Il est essentiel de rappeler que cela correspond à des orientations mais pas des classifications selon deux catégories ; pour beaucoup, rien n'est définitif, il reste environ 40 ans pour conclure sur sa carrière.

c. Formation à la spécialité d'expertise

- i. Pour un jeune ingénieur ou scientifique, il faut favoriser le suivi des cours existants pour acquérir le maximum de compétences disponibles. Ne pas se limiter à la spécialité de référence car, dans l'industrie, un expert doit prendre en compte les contraintes avoisinantes (et donc les connaître) pour proposer des solutions concrètes et réalisables.
- ii. Le parrainage intergénérationnel est très important. Il doit être utilisé dans les deux sens, le sénior transmet son expérience et le junior arrive avec des idées novatrices et des outils modernes.
- iii. Dès que possible, les experts doivent être impliqués dans les réseaux scientifiques, notamment ceux des sociétés savantes françaises et même internationales. La variété et la quantité des expériences ainsi acquises compenseront largement l'information transmise par l'expert. Il faut se rappeler que ces contextes sont rapidement fort amicaux et que les échanges ne se font que dans la confiance ; celui qui vient tout apprendre des autres, sans donner un peu, sera vite rejeté. Ce contexte est aussi fort important pour positionner nos experts dans les systèmes de normalisation ; il est essentiel de participer et d'éviter de se faire imposer des normes.



- iv. Une autre formation importante pour les experts repose sur les congrès de spécialistes. Y venir est une preuve que l'entreprise considère son représentant comme un expert du sujet ; cela accélère son accréditation au sein du milieu. Il n'y a plus d'experts seniors sans une visibilité internationale hors de l'entreprise (Forums internationaux, organismes de normalisation, Tribunaux d'arbitrage international) ; il en résulte qu'un jeune expert doit maîtriser au moins deux langues, dont l'anglais.
- v. On pourra regretter que les limitations budgétaires réduisent les participations, surtout si le voyage n'est pas associé à une présentation. Inversement, ce voyage peut être valorisé par des échanges complémentaires avec les spécialistes locaux en se rendant dans leur entreprise, leur laboratoire, ...
- vi. Un expert doit aussi être un bon communicant pour expliciter simplement ses conseils vers des non spécialistes de son domaine. Une bonne formation est donc de l'associer à l'enseignement supérieur :
 - 1. Construire des cours nécessite un travail de synthèse important et élargit le champ des compétences,
 - 2. Présenter un cours est un excellent exercice de communication : clarté, motivation, conviction, ...
 - 3. Par sa maîtrise du sujet, un expert saura établir la confiance dont il aura besoin pour justifier ses capacités d'expertise,
 - 4. Proposer et encadrer des projets dans les écoles et universités est un moyen idéal et bon marché pour ouvrir de nouvelles pistes de recherche, notamment si on s'implique effectivement dans les travaux proposés ; le résultat est le même avec l'encadrement de stages en entreprise,
 - 5. Ces actions permettent également de repérer, voire d'embaucher des jeunes qui, par leur motivation pourront devenir de futurs nouveaux experts.

d. Formation Générale

- i. Un expert n'est pas une « bête de technicité », c'est simplement un homme ou une femme, bien dans son milieu et qui s'implique à la réussite de son entreprise, son pays. Il doit donc être formé, comme un manager, au contexte extérieur. Le meilleur moyen est de mixer les managers et les experts au sein de ces formations :
 - 1. Relations humaines,
 - 2. Economie,
 - 3. Droits de propriété intellectuelle et leur gestion,
 - 4. Sécurité en informatique, cyberdéfense,
 - 5. Langues,
 - 6. Communication, ...



- ii. On doit insister sur le poste « communication » qui est essentiel pour les experts et cela pour de multiples aspects.
 - 1. Les échanges avec leurs collègues de la même spécialité. Le handicap des langues peut apparaître mais l'anglais et les termes techniques de la spécialité casseront rapidement ces difficultés.
 - 2. L'expertise au sein des projets impose de convaincre des experts et des managers d'autres spécialités pour apporter leur contribution.
 - 3. Les cours et la formation en général imposeront de se mettre au niveau des auditeurs pour leur transmettre son savoir.

Dans un contexte équivalent, les experts seront souvent confrontés aux médias, soit pour informer, soit pour présenter des conclusions de leurs analyses et dans un cadre contraignant de leur représentation de leur entreprise, de leur pays, ...

5 La carrière des experts

- i. Exposition des experts au monde extérieur : certaines entreprises ont tendance à cacher les membres de leur filière Experts, par peur de se les faire débaucher. Si cela peut être un peu compréhensible pour les plus jeunes, cela devient absurde pour les plus anciens. Ce problème est aisément traité en assurant une bonne relation entre les jeunes experts et leur entreprise ; pour les plus anciens, ils sont très liés à leur entreprise, comme l'est leur expertise et ils doivent être visibles pour l'image de marque de leur entreprise. De toute façon, ils sont totalement identifiés de l'extérieur par leurs publications, leurs cours, ...
- ii. Les « experts » doivent avoir, au sein de l'entreprise et vis-à-vis de l'extérieur, des titres « lisibles » en interne et externe, et pas seulement un rang selon une convention de branche à la française. A l'étranger existent les familles de titres : Scientist, Architect, Distinguished xx (engineer, biologist,...), VP Technology,
- iii. Progression des experts : pour les managers, la carrière est jalonnée par un certain nombre d'échelons, généralement nombreux, que l'on gravit progressivement : sous-chef, chef, directeur, ... Il est essentiel qu'une approche équivalente soit mise en place dans les Filières Experts. Actuellement, on distingue souvent 4 grandes classes :
 - 1. Le vivier des futurs possibles experts
 - 2. Les experts Juniors (les qualificatifs diffèrent parfois entre les entreprises)
 - 3. Les experts Séniors
 - 4. Les experts Conseils.

Pour chaque classe, des critères, devoirs et droits sont définis dans les chartes régissant les filières Experts. Il est difficile de faire plus d'échelons car la précision des critères devient très délicate.

- iv. Initialisation de la carrière Expert : deux options existent :



1. Il y a constitution d'un dossier qui peut venir directement du candidat ; il doit en général être soutenu par sa hiérarchie.
 2. Plus classique, les experts sont progressivement nommés en étant dans le vivier où ils étaient en attente. Cette deuxième option est la plus logique car c'est dans la mission des RH de l'entreprise de savoir où sont ses experts.
 3. Il ne faut pas non plus exclure l'arrivée d'experts recrutés en cours de carrière, à l'extérieur de l'entreprise, à une position correspondant à leur niveau.
- v. Complémentarité des filières experts et managers : ces deux filières doivent être parfaitement en osmose pour permettre des passages ; le cloisonnement est une mauvaise solution. Les deux schémas ci-dessous sont une bonne représentation de la cohérence de ces deux filières :

1. L'échelle double

- a. Un côté de l'échelle double est celle du management ; il y a beaucoup d'échelons et le dernier est celui du dirigeant de l'entreprise.
- b. Le second côté n'a que 3 ou 4 échelons et le dernier est commun (axe de l'échelle double) à l'échelle des managers, au niveau dirigeant moins 1. De façon générale, l'expertise mène très rarement au poste de dirigeant.

2. Le verre à pied

- a. Le pied du verre représente les jeunes ingénieurs et scientifiques qui n'ont pas encore défini leur orientation future,
 - b. Pour les deux filières, l'évolution de la carrière est selon l'axe vertical, de bas en haut. La différenciation manager – expert sera représentée en latéral, d'un côté ou de l'autre du verre,
 - c. Un bon manager ne devra être positionné trop près de la paroi du verre ; ce serait un pur manager sans compétences techniques.
 - d. De même, un bon expert ne devra pas être positionné trop près de la paroi opposée ; ce serait un pur technicien sans aucune compétence liée au management.
 - e. Une telle représentation permet de positionner des experts qui prennent des fonctions managériales ou inversement, des managers qui, à un certain âge abandonnent à des plus jeunes leurs actions de manager pour partir vers des activités de conseil permises par l'expérience acquise en première partie de carrière.
- vi. Niveaux hiérarchiques des experts : notamment pour la métallurgie, l'avancement est associé à des niveaux reconnus par des conventions : I, II, III A, III B, ... Pour les plus hauts cadres, on a des classifications de type :
1. VP : Vice President
 2. SVP : Senior Vice President
 3. P : President.



Il est donc important que managers et experts intègrent la même classification, quelle que soit leur fonction afin de conduire à des salaires équivalents.

vii. Salaires des experts : on peut rappeler que les managers sont souvent payés en se basant sur les méthodes d'évaluation des poids de poste qui reposent essentiellement sur deux critères :

- Budget géré,
- Personnel géré.

Evidemment, de tels critères conduisent à dévaluer totalement les experts qui n'ont ni budget, ni personnel significatif à gérer. Afin de garder une bonne cohérence salariale entre les deux filières, une variante a été proposée à Aerospatiale avec les critères suivants :

- Valeur des objets confiés à l'expert (composant, sous-ensemble, ensemble, système),
- Taille du réseau d'expertise (local, entreprise, national, international).

Une telle approche permet d'assurer une cohérence garantissant des évolutions comparables en niveaux, salaires, avantages (voiture de fonction, ...). L'expérience de grands groupes étrangers qui ont organisé des filières d'experts depuis plus de 30 ans pourrait à cet égard être utile ; citons en Europe : Ericsson, Siemens, ...

viii. Retraites ou démissions des experts : les compétences des experts constituent un capital essentiel pour les entreprises ; ce capital humain est à intégrer aux deux autres volets : financier et matériel. Cela se vérifie actuellement de manière outragère avec les entreprises les plus capitalisées au monde : G.A.F.A., reposant sur bien peu d'investissements matériels mais seulement sur les compétences et une valorisation boursière, fort exagérée et un peu aléatoire. Pour les experts, l'essentiel de leurs compétences est dans leur tête ou dans leurs mains (tours de mains de certains techniciens et compagnons). Une autre partie sera dans leurs relations (carnet d'adresses) et dans leurs fichiers (ordinateurs). La meilleure récupération de tout cela sera :

1. Progressive en assurant le coaching de plus jeunes experts, longtemps avant le départ,
2. Avec ses cours, ses écrits (qu'il faut susciter énergiquement avant tout départ),
3. Encore possible, après le départ, en maintenant d'excellentes relations avec les experts en proposant des activités de conseils pour l'entreprise mais aussi pour tous. (Attention, les licenciements économiques des experts peuvent être catastrophiques : rupture totale de la transmission du savoir).

ix. Arrivée et départ d'experts : un expert est généralement très attaché à son entreprise par ses connaissances pointues et indispensables dans certains domaines. Toutefois, il se peut qu'il soit amené à changer d'employeur (généreusement « recruté » par un puissant ou riche concurrent, parfois étranger, déçu par son sort en interne, envie de changement, de progression, passage de la recherche à l'industrie, ...). Il faut savoir gérer ce phénomène de vide potentiel, de renouveau nécessaire ou de passage de témoin brutal à l'intérieur de l'entreprise.



Propositions de recommandations

1. Communiquer sur l'existence de filières Experts auprès des jeunes pour valoriser l'attrait vers les activités purement techniques.

Porteurs : Médias, Entreprises, IESF, Sociétés savantes

2. Valoriser les filières Experts au sein des entreprises, quelle que soit leur taille Communiquer sur l'existence de filières Experts auprès des jeunes pour valoriser l'attrait vers les activités purement techniques

- a. En respectant les promesses de leur carrière, comme celle des managers
- b. En développant la complémentarité des activités Experts-Managers, notamment vis-à-vis des managers pour impliquer à bon escient les experts

Porteurs : DRH, formateurs des managers

3. Développer la gestion des compétences des entreprises par les experts, eux-mêmes, en liaison avec la direction de la recherche et les équipes techniques

Porteurs : DRH

4. Développer l'utilisation des experts en retraite

- a. En maintenant des relations étroites avec l'entreprise,
- b. En facilitant les cours dans les écoles, notamment en supprimant la clause interdisant de payer les personnes de plus de 65 ans dans les écoles et universités publiques,
- c. En valorisant la fonction d'auto-entrepreneur des experts retraités, notamment en adaptant les assurances professionnelles au juste besoin de la fonction enseignement.



Ont collaboré à la rédaction de ces propositions

Alain Jouanjus
Animateur du groupe de travail ;
Ingénieur général de l'armement



Daniel Ameline
Ancien Délégué Général
IESF



François Blin
Ancien Délégué Général
IESF



Gérard Laruelle
Rédacteur principal de ce chapitre;
ex DG du Pôle compétitivité ASTech
Paris Région et VP Recherche
Airbus Space & Defence



Louis-François Pau
CTO de L.M.Ericsson Networks,
Professeur des top universités



François Quentin
Président
HUAWEI France

Patrick Tejedor
Directeur de l'établissement du Plessis-Robinson
MBDA





Repenser la formation des ingénieurs pour répondre au défi de la complexité



Repenser la formation des ingénieurs pour répondre au défi de la complexité

« *L'ingénieur est un citoyen responsable assurant le lien entre les sciences, les technologies et la communauté humaine. Il s'implique dans les actions civiques visant au bien commun. Il est source d'innovation et moteur de progrès.* » »

Ces premières lignes de la « Charte d'éthique de l'ingénieur » élaborée par IESF, disent d'emblée que la responsabilité de l'ingénieur ne se limite pas à son champ scientifique et technique, mais se situe dans la mise en œuvre de son savoir et de ses compétences au service d'un développement harmonieux de l'humanité. Cet appel à être « un moteur de progrès » place l'ingénieur devant un énorme défi : celui de la complexité !

De longue date les ingénieurs sont formés à maîtriser des techniques, à mettre en œuvre des méthodes éprouvées. Avec des bases scientifiques solides, les ingénieurs sont préparés à conduire des réalisations extrêmement compliquées, qu'ils arrivent à maîtriser en mobilisant les expertises et les moyens nécessaires. Mais à cette complication maîtrisable par l'expertise, se superpose et se combine la complexité, c'est-à-dire tout un ensemble de phénomènes non maîtrisables qui apparaissent inévitablement dans toute activité humaine et qui parfois même échappent à notre entendement.

L'ingénieur, comme l'ensemble des citoyens, se trouve de plus en plus démuni devant les défis d'une complexité, qui évolue et qui nous semble croître de jour en jour : des incertitudes grandissantes, de l'imprévisibilité, de multiples dimensions à intégrer dans les projets, une infinie diversité de points de vue et d'interactions impossibles à contrôler, des contradictions de toutes sortes, des effets pervers, des erreurs, etc.

Pour l'ingénieur la complexité s'est longtemps retrouvée dans le cœur de métier, comme à la fin du XIX^{ème} siècle quand Clément Ader s'intéressait aux phénomènes aérodynamiques et leur traduction en outils de conception et de réalisation, pour finalement mettre en œuvre le premier engin motorisé volant. Il n'avait pas à se préoccuper de contraintes économiques, temporelles ou liées aux ressources... En revanche, au XX^{ème} siècle, le cœur de métier commençait à être maîtrisé à un point tel que les militaires américains affirmaient que si on intégrait toutes les technologies dans un nouvel avion de chasse, il ne serait possible de produire qu'un seul exemplaire, avec tout le budget du Pentagone. D'où l'émergence des exigences financières, et la mise au point d'une façon de les gérer, du côté de l'ingénieur avec la gestion de projets. La complexité a décliné dans le cœur de métier mais d'une certaine manière a été compensée par celle de la gestion de projets qui, à cette époque, était à un stade très embryonnaire.

Il doit aujourd'hui répondre à des exigences techniques et financières, mais pas uniquement. Son écosystème est constitué du cœur de métier, scientifique et technique, mais également des interfaces avec d'autres métiers, autour de la finance mais aussi de l'économie, du marketing ou des ressources humaines par exemple. Cet écosystème s'étend par la prise en compte progressive de ces interfaces au fur et à mesure que celles-ci deviennent plus prégnantes, pour la conception, la réalisation et la mise sur le marché des produits dont l'ingénieur a la charge. L'ingénieur suit donc cette évolution, en mettant en place des outils et méthodes qui



permettent de maîtriser au mieux ce qui relève du cœur de métier mais également, et de plus en plus, des interfaces qu'il est nécessaire de prendre en compte.

Dans une société transformée et en mutation sur tous les plans, numérique, écologique, politique, économique, dans un contexte international, la France a besoin d'ingénieurs prêts à être moteurs et concepteurs du progrès scientifique et technique – et qui contribuent en même temps à répondre aux grands défis de société. La formation des ingénieurs doit elle aussi se transformer pour répondre au défi de la complexité !

C'est à cette problématique que nous avons consacré notre réflexion collective, qui nous conduit à formuler les propositions qui figurent dans ce document, organisées en quatre points :

- 1- Maintenir une formation scientifique, technique et humaine toujours à la pointe.
- 2- Développer l'intelligence de la complexité.
- 3- Développer les compétences relationnelles et collaboratives par la pratique des activités inter et transdisciplinaires.
- 4- Apprendre différemment, et tout au long de sa vie professionnelle.

1 Maintenir une formation scientifique, technique et humaine toujours à la pointe

Durant leur formation initiale, les futurs ingénieurs sont équipés de connaissances scientifiques et techniques extrêmement poussées qui leur permettent, dans des registres de plus en plus pointus et spécifiques, d'inventer et mettre en œuvre des réponses à l'appel au progrès qui leur est lancé.

Nous pensons qu'il ne faut pas baisser la garde sur ce point d'excellence, qui contribue d'ailleurs à la notoriété mondiale de la formation d'ingénieur française. Ce n'est pas en diminuant l'intensité des formations scientifiques pour donner plus de place aux sciences de la complexité que l'on préparera mieux les ingénieurs à affronter le défi de la complexité, mais c'est en abordant les formations de façon plus systémique, en articulant les disciplines entre elles, en prenant conscience des pièges de la pensée que l'on permettra aux ingénieurs d'avoir une meilleure vision globale, une meilleure compréhension des phénomènes complexes.

1.1 Maintenir un socle scientifique solide et développer l'esprit critique

Les enseignements généraux doivent bien sûr continuer à constituer la base de l'excellence scientifique de la formation des ingénieurs :

- des connaissances variées et poussées dans les disciplines classiques et en particulier : les mathématiques, les sciences physiques, la chimie et l'informatique, permettant d'acquérir un raisonnement scientifique rigoureux,
- un socle disciplinaire solide au travers des spécialisations,
- une culture scientifique et technique large (génie industriel, chimique, énergétique, informatique, réseaux, matériaux, etc.).



Le tout en diversifiant les modes d'apprentissage, au travers d'un enseignement multiforme mêlant théorie, application, pratique, stages en entreprise et mobilités internationales, et avec un accès à des ressources diverses : livres, vidéos, interventions d'experts, etc.

L'apprentissage de ces disciplines devrait être une occasion de développer en même temps l'esprit critique : apprendre à décrire les limites d'une théorie, à porter sur elle un regard historique et épistémologique, et réfléchir au lent processus de déconstruction et d'évolution des théories et du renouvellement des paradigmes, à prendre conscience des multiples risques d'erreur¹ qui jalonnent les vastes étendues de la science. Cette réflexion épistémologique sur les sciences et techniques semble d'autant plus importante que nous pouvons désormais en quelques clics trouver sur internet la plupart des théories et méthodes, sans pour autant détenir les clés pour les comprendre, ni le recul critique pour en évaluer la pertinence.

1.2 Intégrer encore plus l'humain dans la préparation des ingénieurs

La formation d'ingénieur comporte déjà de nombreux modules d'enseignement en sciences humaines et sociales, autour de la communication, du management et de la gestion des ressources humaines, du droit ou du marketing par exemple. Ils sont parfois regroupés plus largement dans les « humanités » où l'on trouve également de la culture générale ou bien de la philosophie. Les références et orientations de la Commission des titres d'ingénieur² identifient la « prise en compte de la dimension organisationnelle, personnelle et culturelle » et l'« adaptation aux exigences propres de l'entreprise et de la société » comme l'une des principales compétences de l'ingénieur.

En effet l'ingénieur devra systématiquement prendre en compte les aspects humains et les intégrer pleinement dans ses réflexions et ses réalisations. Il lui faut donc tout d'abord comprendre l'homme, se comprendre lui-même et comprendre les autres, pour être en mesure de travailler avec et pour eux. Les futurs ingénieurs devront comprendre les boucles complexes qui relient esprit, culture, individu et société. En tant que cadres, responsables d'équipes, chefs de projets, ils devront être moteurs d'un progrès pas uniquement technologique, mais aussi social, éthique, politique. En ce sens, il semble indispensable de renforcer la place des humanités en la développant de manière transversale dans la formation des futurs ingénieurs. Il convient bien-sûr de préserver une place importante pour les cours dédiés aux humanités, en y favorisant les interventions d'experts et les activités tout au long de l'année, mais nous pensons que les dimensions humaine, sociale, éthique, culturelle doivent également s'ancrer dans les enseignements scientifiques et techniques, ainsi que dans les projets encadrés.

Dans le portrait de l'ingénieur en 2030 de l'institut Mines-Telecom, on voit qu'au-delà de son expertise scientifique et technologique, l'ingénieur de demain devra être un technologue innovant et responsable doté de puissants savoir-être autour du relationnel, de l'art du collaboratif et de la capacité à voir et savoir utiliser le talent des autres. Il devra en effet être en mesure de vulgariser des concepts scientifiques, de présenter des idées ou des projets, de dialoguer avec des ingénieurs, des techniciens ou des experts d'autres domaines, parfois avec les médias. En ce sens, la formation des ingénieurs doit les préparer à communiquer de manière précise, soignée et adaptée à l'auditoire, donc de fait porter de l'importance à la communication, au poids des mots, du verbal et du non verbal. Nous reviendrons sur les ingrédients d'un travail collaboratif effectif dans la partie trois de ce chapitre.

1.3 Préparer à l'univers numérique

La révolution numérique a déjà transformé et va continuer à bouleverser les modes de vie, les sociétés, les civilisations et aussi les processus cognitifs et relationnels de l'humanité entière.

¹ L'ouvrage collectif dirigé par Edgar Morin, réalisé pour l'UNESCO, *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*, (édité par le Seuil, mais également en accès libre sur le site de l'UNESCO) consacre un chapitre saisissant aux risques d'erreur qui guettent les meilleurs cerveaux. A lire par toute personne soucieuse de rigueur intellectuelle !

² La version 2016 des références et orientations de la CTI est consultable en ligne à l'adresse : <http://www.cti-commission.fr/IMG/pdf/cti-ro2016-livre1.pdf>.



La préparation des ingénieurs à cet univers numérique, qui est maintenant notre univers, est fondamentale. Elle ne consiste pas seulement à acquérir la maîtrise d'objets techniques, mais plus que jamais à pratiquer une « science avec conscience ». Il s'agit notamment d'apprendre à concevoir de façon responsable des systèmes complexes, en prenant en compte à la fois les dimensions techniques, sociales, éthiques et politiques.

Il nous semble que, dans cette préparation à l'univers numérique, une vigilance particulière doit être apportée à deux points :

- Apprendre à nager avec discernement dans l'océan de données du web. En particulier, l'illusion d'objectivité que l'on est tenté d'attribuer instinctivement aux données chiffrées doit être définitivement démontée dans l'esprit des ingénieurs. Depuis Gaston Bachelard on sait que « les données ne sont pas données, mais construites ». Et l'ingénieur doit savoir que le constructeur de ces données, ce sera lui ! Lourde responsabilité ! D'autant plus qu'à l'heure du big data, ce constat tend à se vérifier au-delà du web, dans les entreprises, voire au quotidien.
- La conception des algorithmes est également une question lourde de conséquences. Pour le grand public les algorithmes sont des boîtes noires dans lesquelles il est impossible d'entrer. Mais l'ingénieur ne peut pas se contenter de faire confiance aux algorithmes les yeux fermés : sa responsabilité technique et éthique est de comprendre ce que ces objets programmés vont produire pour leurs utilisateurs et pour le futur de la société. Les ingénieurs doivent entrer dans la boîte noire et comprendre de l'intérieur dans quel objectif ils sont conçus. Et bien sûr, quand ils en sont les concepteurs, les ingénieurs doivent savoir évaluer les conséquences de ce qu'ils manipulent³.

Aussi, l'univers internet avec les milliards d'informations auxquelles les élèves-ingénieurs peuvent avoir accès amène à se poser des questions sur le rôle du cours magistral et les missions de l'enseignant. L'accès en quelques clics aux démonstrations, théories et concepts présentés en cours, devraient nous suggérer qu'une transformation pédagogique est à concevoir et initier. Il s'agit également de développer le discernement et le recul épistémologique des étudiants sur la façon dont ces données sont construites : par qui ? par quel processus ? dans quelles intentions ? avec quels contrôles ? etc. Et aussi de les alerter sur les conséquences de l'usage que l'on fait de ces informations.

En somme l'enjeu est d'une part le renforcement de la curiosité intellectuelle et de la capacité de questionnement, d'autre part la prise de recul et la réflexion critique, et la vigilance éthique.

2 Développer l'intelligence de la complexité

2.1. Épistémologie et complexité

Les étudiants sont équipés très tôt dans leurs cursus avec les outils mathématiques de base leur permettant de se mouvoir dans les différentes sciences et d'élaborer de nouvelles techniques pour faire face aux problèmes compliqués qu'ils auront à résoudre.

Face au défi de la complexité, il serait logique de les équiper aussi au plus tôt avec les connaissances de base en épistémologie, en sciences cognitives, en modélisation systémique, en sciences de la conception, etc.

³ Sur l'enjeu des algorithmes, on trouvera une réflexion très documentée dans l'ouvrage de Dominique Cardon, *A quoi rêvent les algorithmes*, Editions du Seuil, collection « La république des idées », octobre 2015.



En un mot, puisque les réponses aux situations complexes qui surgissent dans l'action ne peuvent s'élaborer que dans le contexte même de cette action, ce sont avec les connaissances permettant de mieux comprendre comment élaborer la pensée dans l'action, qu'il faut équiper les étudiants.

L'épistémologie est à la complexité ce que les équations de Maxwell sont à l'énergie électrique !

En particulier, il nous semble fondamental que le futur ingénieur soit rapidement au clair avec le concept de « modélisation », qu'il comprenne que la représentation qu'il se fait du monde qui l'entoure, ou des projets qu'il conduit, n'est pas une image de cette réalité, mais une construction de son esprit, subjective, partielle (et souvent partielle) et évolutive. La rigueur scientifique devrait l'amener à une extrême prudence devant les affirmations d'objectivité et l'affichage de certitudes.

Une erreur fréquente consiste à considérer que les objets (ou les projets, ou les organisations, ou la nature) sont complexes « en soi », indépendamment de l'observateur. Mais le caractère de complexité que nous attribuons à un objet (ou à une situation) découle de la relation que nous avons avec cet objet, de la plus ou moins grande facilité que nous avons à le comprendre, à le « modéliser ». Par exemple, démonter un avion est une opération extrêmement compliquée qui nécessite des outils et des méthodes difficiles à comprendre et maîtriser. Mais aux yeux d'experts en aéronautique rompus à ce genre de pratique, l'opération n'apparaît pas complexe. En revanche, n'importe qui d'autre se retrouvant face à l'avion se sentira bien désemparé devant une situation échappant totalement à sa compréhension et sa maîtrise. Pour lui, l'opération sera perçue comme infiniment complexe, mais il suffit de lui donner la procédure à suivre et cela ne lui paraîtra alors plus complexe... mais toutefois compliqué !

Or dans la plupart des projets que nos futurs ingénieurs devront gérer, la procédure à suivre n'est pas connue, souvent même elle n'est pas connaissable. Ils devront donc affronter la complexité.

Un objet n'est ni compliqué, ni complexe en soi, il est ce qu'il est. C'est l'observateur, dans sa subjectivité et selon le projet qu'il a vis-à-vis de cet objet, qui le perçoit comme complexe ou non. L'épistémologie, que Jean Piaget définissait comme « *l'étude de la constitution des connaissances valables* », est justement l'étude de la façon dont nous construisons nos représentations de la réalité, comment nous « modélisons » les objets, les projets, les situations. C'est un mécanisme complexe, dont nous devrions avoir une conscience beaucoup plus développée, car c'est précisément l'outil mental premier que nous utilisons tout au long de notre vie pour guider notre action et nos décisions.

Le contraire de la complexité n'est pas la simplicité, mais le déni de la complexité, c'est-à-dire le simplisme ! Ce danger guette tout responsable, tout ingénieur : devant une situation difficile à comprendre, inextricable, incertaine, confuse, la tentation est forte de se replier derrière une vision partielle des choses, simple à exprimer et affirmée avec certitude comme étant la réalité. Hélas, ce simplisme facile et rassurant s'avérera inéluctablement comme une amputation de la réalité, et la complexité de la situation ressurgira en boomerang tôt ou tard.

2.2. Contradictions et complexité

Comprendre la complexité c'est également comprendre que les contradictions et les antagonismes sont omniprésents : dans la nature, dans les rapports économiques, politiques et sociaux, et aussi au plus profond du cœur des hommes. Il peut s'agir d'antagonismes entre des personnes, entre des groupes d'intérêt, ou entre des points de vue. Il peut s'agir aussi de contradictions logiques, de situations indécidables.



Pourtant tout au long de sa vie professionnelle, l'ingénieur sera amené à faire des choix, trouver les meilleures solutions en fonction de ses contraintes, puis appliquer et assumer ces décisions.

Le constat de ces contradictions est une évidence pour chacun d'entre nous mais, malgré cette évidence, la réaction de déni ou de refus de prendre en compte les contradictions est la plus courante. Il est très difficile d'envisager les phénomènes en conjonction, par une relation « et ». Spontanément on préfère l'exclusion « ou ». La réalité reste ambivalente, mais notre esprit simplificateur (voire simpliste) préfère l'explication simple, qu'il sait fautive, plutôt que l'explication complexe (« dialogique ») qu'il a du mal à concevoir. L'idée (fautive) que « quelque chose ne peut pas être à la fois quelque chose et son contraire » est fortement ancrée dans l'inconscient collectif.

Et pourtant, rappelons aux ingénieurs que la mécanique quantique et toutes les avancées qu'elle a permises n'existeraient pas si le grand Niels Bohr n'avait pas accepté cette dualité, qu'il a appelé le « principe de complémentarité », que l'on peut formuler ainsi : des analyses séparées d'objets peuvent mettre en évidence des propriétés contraires. Mais, bien que contraires, ces propriétés sont cependant nécessaires à l'existence de cet objet.

Onde ou photon ? Les deux à la fois, répond Niels Bohr, qui en fit sa devise : « *Contraria sunt complementa* ». C'était osé, difficile à accepter dans la logique courante, mais l'acceptation de cette « dialogique » a fait faire à la pensée des progrès considérables.

Cette dialogique de la mécanique quantique est enseignée à tous les futurs ingénieurs. Alors, pourquoi ne pas leur enseigner aussi à mobiliser ce principe dans la conduite de leur action en univers complexe ?

Face aux grands défis qu'ils devront relever autour de la santé et des biotechnologies, de l'information et du numérique, du transport ou encore de l'énergie, ils devront plus que jamais penser en système et utiliser des savoir-agir complexes. Blaise Pascal disait « *Toutes choses étant causées et causantes, aidées et aidantes, médiates et immédiates, et toutes s'entretenant par un lien naturel et insensible qui lie les plus éloignées et les plus différentes, je tiens impossible de connaître les parties sans connaître le tout non plus que de connaître le tout sans connaître particulièrement les parties.* ». Et quatre siècles plus tard, c'est précisément cela que nous devons enseigner à nos futurs ingénieurs : comment associer simplification et complexification, mobiliser au mieux leurs compétences pour construire le futur et prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux et économiques ?

Donc en plus des connaissances théoriques permettant de comprendre la complexité, ses principes et ses enjeux, il faudrait proposer des applications pratiques permettant de mettre en œuvre ces savoirs et de s'en imprégner. Il serait donc formateur que l'ensemble des corpus, travaux d'application, projets, simulations, proposés aux futurs ingénieurs durant leur formation comportent, dans toute la mesure du possible, des éléments de complexité (incertitude, imprévus, interdépendances systémiques, contradictions, ambiguïtés), qu'ils soient « contextualisés » et non présentés comme des produits « hors sol ». Il est important que les exercices de formation reproduisent le mieux possible les situations toujours empreintes de complexité que rencontrent les ingénieurs dans la réalité.

2.3. À propos des méthodes et outils de gestion dans la complexité

L'exercice de la pensée complexe pour développer l'intelligence de la complexité n'est pas une incitation à dénoncer par principe le progrès technologique et à nier l'intérêt des nombreuses méthodes et outils enseignés aux ingénieurs, indispensables pour faire face à des problèmes extrêmement compliqués. Bien au contraire, nous réaffirmons que les sciences de l'ingénieur, sans cesse élargies et mises à jour au fil des avancées de la science, doivent continuer à tenir le premier rang dans la formation des ingénieurs.



Nous attirons seulement l'attention sur l'illusion que la complexité (au sens où nous l'avons définie plus haut) pourrait être « maîtrisée » par un surcroît de sophistication technique. Le défi de la complexité est d'un autre ordre. Les prodigieuses avancées scientifiques et technologiques qui permettent de fabriquer des avions plus sûrs et plus économes, des voitures sans chauffeur et des cœurs artificiels méritent le respect et l'admiration, mais elles n'empêcheront jamais la complexité de surgir au cœur de ces projets sous la forme d'imprévus, d'erreurs, de conflits d'intérêts, de dilemmes éthiques.

Nous sommes devant une situation dialogique : à la fois maintenir et développer les compétences techniques pour maîtriser des objets et des projets de plus en plus « compliqués » et savoir exercer une « pensée complexe » pour se libérer de l'illusion prométhéenne que ces compétences techniques vont permettre de « tout maîtriser ».

Ce serait un contresens de prétendre enseigner la pensée complexe de façon abstraite, séparée des techniques et méthodes dites « concrètes » enseignées par ailleurs. La pensée naît de l'action. C'est quand elle s'exerce de façon très entremêlée avec les sciences de l'ingénieur et les situations concrètes que la pensée complexe prend son sens. Mais la réciproque est également vraie : les sciences de l'ingénieur voient leur validité renforcée si, en même temps que ces acquis techniques, les ingénieurs acquièrent une véritable démarche scientifique, du discernement à l'égard des outils et méthodes, la conscience de leurs limites et des questions qu'ils soulèvent en terme d'éthique, d'écologie, d'utilité sociale, de risques systémiques.

Nous sommes conscients que cela représente un gros travail de préparation et d'accompagnement de la part des enseignants. Mais la qualité de la préparation des futurs ingénieurs à l'univers complexe qui les attend est à ce prix.

En définitive, si l'on souhaite préparer les ingénieurs au défi de la complexité, la formation d'ingénieur doit adapter ses enseignements et ses pratiques pédagogiques en y ancrant des éléments de systémique et de complexité. Il s'agit ainsi de donner aux ingénieurs la capacité à utiliser au mieux une large et précieuse palette de connaissances, savoir-faire et savoir-être, donc finalement les clefs pour voir, comprendre et bâtir le monde différemment.

« *Le défi de la complexité est d'abord dans nos têtes. C'est un défi épistémologique : ce n'est pas la réalité « en soi » qui est complexe, mais notre relation à la réalité. Cette idée est le point clé des épistémologies constructivistes, que l'on peut résumer ainsi : Nos représentations, les modèles que nous élaborons, et la connaissance en général, ne sont pas un objet, ni un reflet objectif de la réalité. Ce sont des constructions de l'esprit, subjectives, contextuées, projectives, incarnées, évolutives.*

*Si l'on admet ce point de vue, on voit bien que notre responsabilité éthique se situe dans la prise de conscience et le travail réflexif que nous pouvons (devons) faire pour comprendre comment se construisent nos représentations et nos connaissances, et aussi celles des autres.*⁴ »



⁴ Extrait de l'ouvrage de Dominique Genelot, *Manager dans (et avec) la complexité*, 5^{ème} édition, Editions Eyrolles, 2016.

3 Développer les compétences relationnelles et collaboratives par la pratique des activités inter et transdisciplinaires

Dans les grands projets et les innovations actuelles, les connaissances scientifiques et techniques à mettre en œuvre sont si spécialisées qu'elles ne peuvent jamais être détenues par une seule personne. L'ingénieur est de plus en plus amené à travailler au sein d'équipes pluridisciplinaires et interdisciplinaires mettant en interaction des dimensions techniques, économiques, financières, sociologiques, politiques, éthiques.

Un nouveau degré est encore franchi lorsque des équipes se réunissent pour concevoir ensemble des projets, des transformations, des innovations de grande ampleur et de grande complexité et doivent se lancer dans l'inconnu, inventer de nouvelles méthodes, de nouveaux concepts. Dans ce contexte, la référence à des « disciplines » préexistantes perd de sa pertinence. Il s'agit d'inventer ensemble de nouvelles références théoriques « transdisciplinaires ».

Bref, qu'il s'agisse de situations « pluri » ou « inter » ou « trans »-disciplinaires, l'ingénieur exerce son métier en permanence dans des écosystèmes complexes, vastes tissus d'interdépendances intensément collaboratifs, où le moteur principal est la volonté de coopération, et la compétence première est la capacité relationnelle : comprendre l'autre, se faire comprendre, savoir écouter, savoir s'exprimer et se faire entendre, admettre que l'autre puisse avoir un point de vue différent et néanmoins pertinent, savoir faire admettre à l'autre que notre point de vue est également légitime, savoir négocier, savoir élaborer en commun des finalités partagées et des solutions satisfaisantes.

Ces capacités d'écoute et d'argumentation sont fondamentales pour permettre à l'ingénieur de prendre des décisions, ou de contribuer efficacement aux prises de décision, au sein d'une équipe de travail ou même au-delà, en tant que citoyen, en participant aux débats politiques et autres décisions collectives.

Que l'on considère ces compétences relationnelles et collaboratives d'un point de vue pragmatique, celui de l'efficacité des entreprises, ou d'un point de vue philosophique, celui du dialogue comme condition de notre humanité, la question est d'une importance capitale. Le dialogue est l'outil essentiel de la construction de notre humanité : entre chercheurs il est le moteur de la découverte ; dans le champ social et sociétal, il permet de trouver les compromis, les régulations, les ressorts de la négociation.

Or, paradoxalement, une hiérarchie implicite s'est installée entre les sciences dites dures et les sciences dites molles, portant avec elle un désintérêt de la plupart des étudiants envers les sciences de l'homme.

Tous ces arguments justifient que la formation des ingénieurs aux pratiques relationnelles et collaboratives soit beaucoup plus largement développée. Nous identifions pour cela trois axes :

- développer les compétences humaines et managériales par la formation
- dispenser un enseignement plus multiforme, du cours magistral aux activités collaboratives transdisciplinaires
- favoriser l'épanouissement de la personnalité des étudiants par les expériences extra-scolaires.

3.1 Développer les compétences humaines et managériales par la formation

En effet, il peut s'agir tout d'abord de formations solides à la communication orale, à la prise de parole, à l'écoute active, à la conduite d'entretiens, la conduite de réunion, l'animation d'un groupe, qui pourraient aisément prendre une place plus importante dans les cursus.



Avec l'aide d'un coach professionnel, les étudiants pourraient par exemple bénéficier d'un accompagnement sur les relations entre membres d'une équipe et utiliser des outils permettant d'améliorer la cohésion humaine. Il s'agirait de tirer des leçons non seulement techniques mais également humaines, à l'issue des projets qu'ils réalisent, et ce grâce à une analyse et une prise de recul sur l'un des principaux moteurs de l'efficacité d'un projet : les relations entre acteurs.

3.2 Dispenser un enseignement plus multiforme, du cours magistral aux activités collaboratives transdisciplinaires

La deuxième piste que nous proposons est celle d'un enseignement plus multiforme. À l'heure du numérique, il semble tout d'abord indispensable de redynamiser, en le réinventant, le cours magistral et plus globalement, de repenser l'organisation classique des études.

Mais au-delà des pratiques pédagogiques courantes, nous pensons qu'il faut inclure des activités, mises en situations, projets, etc. en équipes multiculturelles, multidisciplinaires, inter-établissements et/ou intergénérationnelles.

Intégrer ces pratiques nécessiterait probablement une évolution des maquettes pédagogiques, permettant d'inclure dans le parcours de formation des temps proprement dédiés à ces nouvelles activités collaboratives. Concrètement il pourrait s'agir de projets (de recherche, de réalisation, ...), de serious games, de challenges et autres activités mêlant jeu et pratique - dont l'organisation inter-établissements pourrait s'établir à l'échelle des ComUE et en lien avec les acteurs du tissu industriel local. À une autre échelle, il pourrait également s'agir de projets pédagogiques internationaux menés avec les universités partenaires.

Moins éloignés des cursus classiques et désormais installés, les ateliers Artem, mis en place depuis les années 2000 par l'Ecole nationale supérieure d'art et de design de Nancy, l'ICN Business School et les Mines de Nancy, sont une initiative originale et particulièrement intéressante en matière d'acquisition des compétences collaboratives et transdisciplinaires. Plus d'une vingtaine d'ateliers sont proposés aux étudiants des trois écoles, avec une conférence et un temps de travail en équipe projet diversifiée. Cela représente, pour les étudiants, la possibilité d'accéder, en deux ou trois ans (selon l'école), à plus de 180 heures de formation à la transversalité et au travail en équipe, et à un contact privilégié avec des entrepreneurs innovants. Un retour d'expérience de ces pratiques pédagogiques qui témoignent désormais de plusieurs années d'existence serait sans doute des plus enrichissants.

3.3 Favoriser l'épanouissement de la personnalité des étudiants par les expériences extra-scolaires

Enfin, une troisième piste à développer conjointement aux deux précédentes sont les expériences à l'international et en entreprises ainsi que les expériences associatives, citoyennes, solidaires, en France ou à l'étranger, qui sont un excellent moyen de développer les compétences humaines des futurs ingénieurs. Aujourd'hui bien trop rares, peu encouragées et pas suffisamment valorisées, ces expériences devraient constituer un élément phare de la formation des ingénieurs français. Elles permettent en effet aux futurs moteurs du progrès technologique de s'armer d'une vision large et systémique ainsi que d'une compréhension du monde, de la nature, de la société et de l'homme, couplée à une compréhension du monde de l'industrie et des enjeux socio-économiques auxquels ils devront répondre. Cet esprit d'ouverture multiforme doit être cultivé dès les premières années de la formation d'ingénieur. C'est-à-dire être encouragé, rendu possible et valorisé par les établissements.

En ce sens les compétences collaboratives sont aussi développées par des activités extra-scolaires, comme la césure en cours de cursus, les sports, les arts, les associations d'étudiants. Elles peuvent permettre de développer la créativité, l'autonomie, le relationnel ainsi que les compétences organisationnelles et managériales des étudiants, en les confrontant à des situations et des contraintes bien concrètes.



Ces activités favorisent l'épanouissement de la personnalité des étudiants, elles constituent un levier précieux de développement personnel et collectif, que les établissements d'enseignement supérieur se doivent d'exploiter au mieux. Après la transmission des connaissances scientifiques et techniques, c'est peut-être là la principale mission des écoles d'ingénieurs pour permettre à leurs étudiants de contribuer à un développement harmonieux de l'humanité.

4 Apprendre différemment, et tout au long de sa vie professionnelle

À la lecture des pages précédentes on mesure à la fois l'enjeu, l'urgence et aussi la difficulté d'une évolution profonde de la formation des ingénieurs pour répondre au défi de la complexité.

L'enjeu est celui du rôle et de la responsabilité des ingénieurs dans un monde en mutation sur tous les plans : scientifique, technologique, culturel, politique ou encore économique. L'urgence est que les transformations qui s'opèrent sous nos yeux portent des conséquences qui deviendront irréversibles non pas dans un siècle, mais dans deux ou trois décennies. Il est urgent que nos sociétés se placent rapidement en position de penser et orienter ces transformations, plutôt que de les subir passivement.

Le Cahier IESF publié en novembre 2013, consacré à « l'ingénieur de demain », énonçait déjà cet enjeu majeur :

« Le premier registre de formation consiste à comprendre la société, ses problématiques, et savoir situer sa place et son rôle sociaux. Il s'agit ici de permettre d'acquérir une conscience de l'humanité vivante et de ses problèmes. L'ingénieur ne peut plus être celui qui réalise un projet décidé par d'autres sans qu'il ne s'interroge sur les finalités de ses productions. La question de la responsabilité sous ses différentes acceptions y tient ici toute sa place, mais pas seulement sous l'angle visant à limiter les effets négatifs des évolutions technologiques. Un tel paradigme est à repenser. L'ingénieur doit prendre un rôle actif et positif vis-à-vis des problématiques sociétales. »

La difficulté pour la formation des ingénieurs est qu'il est illusoire de vouloir les préparer en 5 ans à tous les aspects de la complexité que nous avons évoqués :

D'une part, les structures et les méthodes actuelles de la formation initiale des ingénieurs ne peuvent pas se transformer elles-mêmes radicalement en une courte durée. D'autre part, il n'est pas possible de simuler dans un contexte scolaire toutes les caractéristiques, subjectives de surcroît, de la complexité : incertitude, imprévus, diversité, contradictions, etc. La complexité se découvre dans l'action, dans la confrontation à des réalités qui se laissent rarement enfermer dans nos représentations limitées et nos modélisations préconçues.

La voie que nous suggérons est de combiner deux transformations qui s'emboîtent et se complètent :

- Faire évoluer la formation initiale, pour apprendre différemment.
- Organiser tout au long de la vie professionnelle le développement personnel et collectif.

4.1 Faire évoluer la formation initiale, pour apprendre différemment

La formation initiale des ingénieurs est exigeante : un socle scientifique large, des approfondissements disciplinaires poussés, une solide culture technique, des enseignements humains (management, communication, éthique, humanités), etc... Tout cela en 5 ans seulement.

Il ne s'agit pas d'apprendre plus, ni de charger davantage les emplois du temps, ou d'allonger les cursus, mais bien d'apprendre différemment. Des transformations pédagogiques et un nouveau rapport au savoir s'imposent.

Il s'agit d'abord d'apprendre à apprendre, en conjuguant sur ce plan théorie et pratique :



Sur le versant théorique il nous semble indispensable d'acquérir assez tôt dans le cursus les connaissances de base en épistémologie : qu'est-ce que la connaissance ? comment apprend-on ? comment modélise-t-on ? quelle distinction entre signes, données, informations et connaissance ? quel rapport entre objectivité et subjectivité ? entre réalité et représentation ? qu'est-ce qu'un système ? que signifie « concevoir » ? qu'est-ce qui distingue épistémologie constructiviste et épistémologie positiviste ? etc.

Le versant pratique, imbriqué le plus possible aux acquisitions théoriques consiste à exercer une réflexion critique sur toutes les connaissances acquises, qu'elles soient de nature scientifique, technique, ou humaine. Tous les travaux et les projets réalisés, collectivement ou individuellement, devraient donner lieu à une analyse autoréflexive, conduite avec une rigueur scientifique. Il est fondamental, tout au long du cursus, de ne pas éluder la complexité des connaissances scientifiques, techniques, humaines que l'on délivre aux étudiants et dans les travaux pratiques qu'on leur propose. Dans leur vie professionnelle les ingénieurs rencontreront des situations qui n'ont pas été épurées de leurs composantes confuses, gênantes, ambiguës. Il est sain qu'ils soient préparés durant leurs études à se confronter à ces aspects de la réalité que l'on a tendance à considérer comme « irrationnels », finalement au seul prétexte qu'ils mettent en défaut les raisonnements « hors sol » auxquels les élèves-ingénieurs étaient préparés il y a maintenant quelques décennies.

Les sciences de la conception et de la modélisation devraient aussi tenir une place, brève mais intense, au début du cursus. On disait autrefois que l'ingénieur était « *quelqu'un muni d'une boîte à outils, qu'on appelait pour résoudre des problèmes* ». Nous avons aussi entendu dire que « *l'ingénieur est là pour s'occuper des tuyaux, pas de ce qui circule dans les tuyaux* ». Nous nous élevons vigoureusement contre cette vision utilitariste et simpliste de l'ingénieur ! Celui-ci ne doit pas se limiter à résoudre des problèmes formulés par d'autres, ou concevoir des tuyaux (ou des algorithmes) sans se préoccuper de ce qu'ils transportent ! L'ingénieur doit s'impliquer dans la définition des finalités des systèmes qu'il conçoit et des projets qu'il conduit. Pour nous l'ingénieur est d'abord un concepteur ! La partie la plus noble de son activité professionnelle est l'intelligence qu'il met dans la conception. Il est important qu'il ait une conscience très claire des finalités et des enjeux de ce qu'il conçoit. Concevoir un algorithme n'a pas le même enjeu s'il s'agit d'optimiser une consommation énergétique ou d'optimiser la spéculation boursière par le *high frequency trading* !

Apprendre différemment, c'est enfin, bien sûr, tirer le meilleur des nouveaux outils numériques. Malheureusement beaucoup d'innovations pédagogiques consistent souvent à faire comme avant mais uniquement en changeant le moyen de transmission de l'information ou d'évaluation des connaissances grâce aux outils informatiques. Il faut bien sûr développer l'agilité d'accès aux connaissances, mais en même temps il faut acquérir l'esprit critique, la vigilance, la curiosité et la capacité de questionnement et la vérification de l'origine et de la validité des informations. Internet et les MOOCs sont une source extraordinaire de connaissance. Il faut apprendre à en faire un usage pertinent.

La vraie innovation pédagogique sera une transformation pédagogique à la hauteur des transformations sociétales et technologiques que nous traversons. Le numérique a bouleversé nos modes de vie, nos usages, notre rapport à l'éducation et au savoir, il est temps d'engager des transformations pédagogiques permettant non seulement d'utiliser ces nouveaux outils, mais de concevoir un nouveau paradigme pédagogique.

4.2 Organiser tout au long de la vie professionnelle le développement personnel et collectif

Les redoutables défis lancés par la complexité surgissent dans l'action. La formation initiale des ingénieurs, en cinq années, peut installer des bases, susciter curiosité et ouverture, mais ne peut prétendre les équiper pour la vie à faire face à ces défis.



La construction de l'intelligibilité des phénomènes complexes est un travail permanent, qui se développe au fil de l'action et des situations professionnelles, personnelles et citoyennes, que l'on traverse. Le penser et l'agir sont étroitement imbriqués dans une relation récursive : l'action suscite la pensée, qui rétroagit sur l'action, etc. C'est donc tout au long de notre vie que nous devons nous donner les moyens de réfléchir à la façon dont la boucle récursive « agir-penser » se met en place dans nos façons de conduire nos responsabilités, notamment professionnelles (mais pas seulement).

Sur le plan des compétences professionnelles scientifiques et techniques, la chose est assez bien développée et de nombreux moyens existent pour permettre aux ingénieurs de se tenir à niveau dans leur champ de technicité. Mais il n'en est pas de même pour les compétences humaines et épistémologiques que nous avons évoquées. Certes, quelques formations sont organisées par les entreprises dans le cadre de la formation continue, mais sont souvent bien légères et présentées comme « une cerise sur le gâteau », une « sensibilisation » facultative.

Pour qu'un développement, personnel et collectif tout au long de la vie, de l'intelligibilité des phénomènes complexes se mette en place de façon significative dans notre pays, il nous semble que deux efforts doivent se conjuguer :

- que la graine soit vraiment semée au cours de la formation initiale,
- qu'une diversité de possibilités soient mises à la portée des ingénieurs tout au long de leur vie professionnelle.

Nous avons déjà développé le premier point : les phénomènes de complexité, le recul épistémologique, la modélisation systémique, les sciences de la conception, doivent d'une part être traités explicitement dans les cursus, et d'autre part être présents dans les travaux pratiques, projets et activités diverses des élèves ingénieurs. Mais nous invitons également les écoles à mettre à disposition de leurs étudiants des portfolios de compétences, qu'ils pourraient remplir tout au long de leur formation initiale et compléter, étoffer, diversifier, par la suite. Notons également qu'un système de crédits standardisés, sur le modèle des crédits ECTS pourrait permettre de faire de cet outil le nouveau passeport de l'ingénieur, un outil qui favorise le développement et l'élargissement des compétences.

Le deuxième point est à inventer : il s'agit de mettre en place progressivement un « écosystème de développement professionnel continu » dans lequel les ingénieurs pourront trouver l'appui, les sources d'information, les réflexions collectives, l'entraide, dont ils auront besoin aux différentes étapes de leur parcours. Les écoles d'ingénieurs pourraient devenir des centres de formation continue, non plus des lieux de passage de 3 ou 5 ans mais des véritables lieux d'échanges, de partages, d'enrichissement humain et professionnel tout au long de la vie, autour des questions et évolutions scientifiques, techniques et industrielles. Il s'agirait de permettre aux établissements de formation de mettre à disposition des lieux, des ressources, des programmes de formation, d'accompagnement, pour former et soutenir les ingénieurs tout au long de leur carrière, et accueillir des experts d'autres domaines (et pas uniquement technologiques). Cette nouvelle conception de l'école comme un lieu international et interdisciplinaire d'une part mais également bouillonnant, créatif, et intergénérationnel, serait peut-être l'un des meilleurs gages d'un progrès responsable.

Il est donc souhaitable, voire indispensable, que les initiatives constituant cet écosystème soient multiples et de natures très diverses. Les portes d'entrée dans ce courant porteur doivent être nombreuses et variées pour offrir concrètement à tout ingénieur en activité la possibilité de trouver des lieux et des modalités de réfléchir avec d'autres aux situations complexes qu'il rencontre. Aussi, différentes approches pourraient être conjuguées : par professions, par domaines scientifiques, par régions, par écoles, par problématiques, par étapes dans la carrière, etc.



Ont collaboré à la rédaction de ces propositions

Maxime De Simone
Élève-ingénieur et responsable du pôle représentation
du Bureau National des Élèves Ingénieurs (BNEI)



Olivier Destang,
Consultant, formateur en accompagnement
d'équipe et président
Association des Ingénieurs ESME Sudria



Guy Escoffier,
Ingénieur Arts et Métiers, membre IESF



Alain Fedon,
Gestionnaire de projets complexes
au Ministère de la Défense, Professeur d'Université

Dominique Genelot,
Consultant en développement managérial auprès des
entreprises, auteur de « Manager dans (et avec)
la complexité » Eyrolles Editions

Alexis Kummetat,
Facilitateur de projets humainement complexes
Kaqi



Daniel Lecoeuvre,
Manager IBM retraité - Formateur international en
sciences de l'organisation - Business Angel - Auteur
d'articles sur des outils systémiques de prévisions et
réingénierie des processus de sa création à T.I.
(Techniques de l'Ingénieur)
IBM



Annexe 1

Cercle Iéna pour les Formations Scientifiques d'Excellence



IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE

Cercle Iéna pour les Formations Scientifiques d'Excellence

Depuis un peu moins de dix ans maintenant, les pays porteurs des économies les plus avancées et ceux en développement rapide ont identifié les Formations Scientifiques d'Excellence comme le premier avantage compétitif du nouvel environnement économique mondial. Le texte ci-dessus de la « *Royal Society of Engineering* » ne peut être plus clair et constitue une vision largement partagée par ces sociétés.

L'amplitude et la complexité de la Nouvelle Industrialisation, sont telles que la formation des ingénieurs et scientifiques, qui en seront les acteurs indispensables, est considérée par ces pays comme un Enjeu National car c'est le socle du progrès social, sociétal et démocratique à tous les niveaux.

A la même période, des réformes maladroites ont engagé la France dans une démarche inverse : celle du déclasserment de nos Formations Scientifiques d'Excellence. En conséquence on constate une fuite vers les formations d'excellence étrangères d'une partie significative de nos jeunes les plus brillants. A terme nos formations, déjà peu présentes, reculeront encore dans les classements internationaux

Il n'est pas question ici de proposer un simple retour en arrière, mais d'agir sans délai pour les repositionner et apporter chaque année à l'économie, aux entreprises et donc au pays les 50 000 ingénieurs et scientifiques titulaires d'un diplôme de Master au meilleur niveau mondial, indispensables pour garder notre place et attirer les emplois d'avenir. Actuellement ce sont 1 000 000 d'ingénieurs et scientifiques qui participent à notre industrie.

Les formations doctorales sont essentielles et porteuses d'innovations qui accélèrent le développement au-delà du maintien de notre potentiel.

Il n'est pas trop tard, mais le temps joue contre

1 Contexte : pour un futur choisi

Le Produit Mondial Brut (PMB) s'élève en 2014 à 77 300 milliards de \$ pour une population d'environ 7 milliards de personnes.

Exprimée en \$ courant ou en Parité de Pouvoir d'Achat (ppa), cette moyenne de 11 000 \$ par habitant recèle des disparités considérables.

Le PIB ppa/hab dans les grands pays occidentaux s'échelonne entre 30 000 \$ et 45 000 \$ alors qu'il avoisine 8 000 \$ et 4 000 \$ en Chine et en Inde respectivement.

Actuellement la France représente 1% de la population mondiale et son économie régresse depuis peu au 6ème rang mondial.

Deux questions conditionnent dans une très large mesure le futur de notre pays, non seulement le niveau de vie des Français mais au-delà notre modèle de société.



1. Dans une économie globalisée qu'est-ce qui justifie ces différences et leur ampleur ? Sont-elles durables ?
2. Quel scénario d'évolution du PMB ? Quels sont les scénarii d'évolution du PIB pour la France ?

Une approche réaliste de ces deux questions conduit aux conclusions suivantes :

- S'il existe encore une différence d'efficience entre pays, elle se réduit rapidement. Dès aujourd'hui rien ne justifie les disparités ci-dessus et en tendance libre (c'est-à-dire sans inflexion majeure) il n'y a pas de raison pour que l'écart ne se soit fortement réduit dans dix ans.
- Le PMB devrait évoluer lentement vers un plafond en \$ constants de l'ordre de 20 000 \$/hab comme simple résultat d'une limitation des ressources naturelles (loin des prévisions optimistes d'une croissance indéfinie). Ce niveau est déjà très ambitieux si on l'associe à une croissance de la population mondiale et à la non linéarité de l'utilisation des ressources naturelles en fonction du niveau de vie.
- Dans ce contexte notre pays est confronté à l'une des deux voies de l'alternative suivante :
 - a. Converger progressivement vers un PIB/hab à un niveau autour de la moyenne mondiale (un peu plus élevé probablement). C'est-à-dire, pour nous Français, une division du niveau de vie par un facteur 2. C'est la tendance actuelle. Par paliers successifs, résultats de craquements puis de brusques ajustements à la baisse, localement ou temporairement, le principe de réalité finit toujours par s'imposer ; nous convergeons vers ce futur subi.
 - b. Ne pas accepter la fatalité de la convergence, mais bien sûr en tirer toutes les conséquences. Elle ne sera pas le résultat d'une politique au fil de l'eau.

Au-delà des aléas de la trajectoire faite de tensions-ajustements les conséquences du premier scénario peuvent être précisées.

Le second suppose une vision claire des grandes évolutions et commande de décider et définir le comment ; et évidemment le temps joue contre lui.

Dans un monde maintenant globalisé, le premier facteur clé de différenciation est (re)devenu le couplage intime entre science et technologie qui facilite l'innovation et le développement économique, en particulier des entreprises de taille intermédiaire (ETI) qui font tant défaut à la France.

Dès lors les Formations Scientifiques d'Excellence françaises constituent une formidable réponse à cette question du comment.

Des réformes maladroites ont substitué à ce socle exigeant des formations scientifiques d'excellence une culture superficielle inadaptée à ce nouvel environnement.

Les écoles d'ingénieurs et les universités scientifiques préparent des ingénieurs et docteurs à exercer une activité professionnelle scientifique. Il faut aux laboratoires de recherche publics et privés tout comme aux entreprises, dans leurs activités de recherche et développement et dans la conduite des grands projets industriels, des scientifiques capables d'une réflexion autonome des problèmes reposant sur l'analyse et la compréhension profondes des situations. On peut évaluer les besoins à 50 000 personnes par an au niveau ingénieur/master et 8 000 au niveau doctoral.

D'ores et déjà, une diminution des capacités d'analyse entraîne une hésitation dans la prise d'autonomie et l'insuffisance d'esprit critique dans le recours à la simulation numérique. Les programmes actuels renforcent cette tendance en limitant le recours au raisonnement, à la réflexion.



Ses effets se manifestent déjà aux différents stades de l'enseignement supérieur et, sans changement, appauvriront l'Industrie française dès la fin de cette décennie !

Les réflexions en cours actuellement sur l'école de la République doivent intégrer dans les meilleurs délais cette dimension et y apporter des solutions simples et rapides, modernes et sommes toutes, évidentes.

2 Le classement de nos Formations Scientifiques d'Excellence : problème récent

Une volonté politique, de 80% d'une classe d'âge au niveau du baccalauréat, *a priori* louable, a eu de funestes conséquences car elle n'a pas été accompagnée d'un maintien des formations scientifiques.

Les plus optimistes ont supposé que le niveau scientifique et culturel de notre jeunesse allait augmenter. La réalité fut différente, loin de monter, l'ensemble s'est affaïssé sous l'effet conjugué de la réduction/fusion des filières scientifiques et la multiplication de nouvelles filières entre 1968 et 1990. Le nombre des bacheliers, pouvant accéder à l'enseignement supérieur de plein droit, s'est considérablement accru sans pour autant rehausser le niveau scientifique moyen des filières dédiées à ce domaine.

Pour les filières scientifiques, le fléchissement s'est opéré en deux étapes :

1. Le regroupement des anciens bacs C et bacs D en un seul bac S.
2. La réforme des programmes des lycées de 2008 qui a conduit à une réduction significative des heures de mathématiques et de physique que l'on peut estimer à 20% ; avec en physique un changement de nature par le passage d'une formation solide et exigeante à une culture plus superficielle inadaptée aux problèmes de fond et à la disparition de l'articulation des programmes de mathématiques et de physique qui aggrave encore le point précédent.

Ces programmes et leurs conséquences se sont propagés maintenant au premier cycle des Universités, aux Classes Préparatoires aux Grandes Ecoles - CPGE - et jusqu'à l'entrée de nos Grandes Ecoles d'Ingénieurs et aux L3 de l'université.

Les enseignants correspondant font face au problème et sont largement d'accord sur le constat : celui d'une dégradation récente et flagrante de la qualité de raisonnement - pour ne pas dire de la capacité de raisonnement - de l'aptitude à poser et formaliser les problèmes et donc à les résoudre ; toutes qualités qui sont celles demandées à un Ingénieur ou docteur aujourd'hui et plus encore demain !

Les quelques phrases suivantes de praticiens, extraites de différentes publications, expriment mieux que tout texte la problématique :

- « La chute du niveau de mathématiques dans le secondaire est dramatique. En 1994, un lycéen de première C, avait fait plus de mathématiques qu'un bachelier S d'aujourd'hui ».
- « Le programme de terminale S n'est sans doute pas mauvais comme préparation à des études où les sciences dures ne jouent pas un grand rôle, mais il est inadapté comme préparation aux Classes Préparatoires aux Grandes Ecoles »
- « Aujourd'hui certains Elèves avec mention Très Bien au bac peuvent avoir en math des notes toujours supérieures à 18 et s'effondrer en première année de CPGE... Le nombre d'élèves concernés par ce phénomène a nettement augmenté, et ce sont ceux issus de milieux défavorisés auxquels nuit le plus l'effondrement du secondaire. »



3 Le Déclassement de nos Formations Scientifiques d'Excellence : un phénomène prêt à s'accélérer

Sans une réaction forte et rapide la dégradation ne peut que s'amplifier :

- Les formateurs de demain sont les étudiants d'aujourd'hui,
- La difficulté à recruter des bons enseignants en sciences et en particulier en mathématiques où un diplômé possédant un master trouvera sans difficulté un emploi bien mieux rémunéré - jusqu'à + 50% - dans les domaines du « Big Data » ou équivalent... sans parler de la considération sociale de son environnement !
- Le niveau moyen des enseignants nouvellement recrutés a fortement baissé dans ces disciplines. On parle de multiples exemples où le professeur a du mal à faire les démonstrations au tableau, démonstrations que tentent d'assurer les meilleurs des élèves,
- Dans les grands lycées français on commence à voir les meilleurs lycéens issus de familles très aisées partir faire leurs études à l'étranger et se détourner des classes préparatoires. On comprend qu'il y a là une différence fondamentale avec les étudiants qui partent faire une année de césure à l'étranger pour se familiariser avec un environnement international. Les premiers ne reviendront pas ainsi qu'une partie des seconds !
- Un calcul simple montre que la propagation du phénomène atteindra massivement l'économie à compter de 2020.

4 Quoi faire

Il ne s'agit pas ici de créer ou recréer une élite chargée de régenter l'industrie comme peuvent le laisser entendre certaines critiques et propositions mais d'organiser nos filières de telle sorte qu'environ 50 000 lycéens par an s'engagent dans des formations aux professions scientifiques et se préparent ainsi à jouer un rôle irremplaçable dans la transformation du pays vers cette nouvelle industrialisation qui nécessite une culture et des compétences scientifiques de premier plan.

Créer une nouvelle filière qui, à partir de la classe de seconde, serait le réceptacle de cette ambition est une proposition qui est couramment avancée et que nous soutenons fortement. Bien sûr elle doit intégrer les composantes modernes d'un enseignement d'excellence tant au plan des outils, que des concepts et en particulier l'interdisciplinarité.



Ont collaboré à la rédaction de ces propositions

Alain Bravo

ex-Directeur Général de Supélec (2004-2013)
Président fondateur de la SFR (1988-1992),
Membre de l'Académie des technologies



Jean Brunol

Ex-Président de la Société des Ingénieurs de l'Automobile - SIA -
Ancien dirigeant de THOMSON, VALEO, SAFT et FEDERAL MOGUL
Professeur. Enseignant à IOGS



Louis Castex

Professeur Emérite

Ancien directeur de Grandes Ecoles et ancien président de la CTI
Conseiller scientifique du Président de la Fondation Arts et Métiers



Pierre Chavel

Directeur de recherche au CNRS
Ancien responsable de la formation doctorale de IOGS



Alain Fontaine

Directeur de Recherche Emérite au CNRS
Président de la SFP



Didier Lallemand

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique
Administrateur général des Finances Publiques

Jacqueline Lecourtier

Présidente de la commission Démographie, Education, Formation,
Emploi de l'Académie des Technologies. Ancienne directrice générale
de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR)



Christian Lerminiaux

Directeur de l'Ecole de Chimie de Paris
Délégué Général de l'ANRT



François Lureau

Président IESF
Ancien Délégué Général pour l'Armement



Roland Vardanega
Ancien membre et président du directoire de PSA Peugeot Citroën
Président d'honneur de la Société des ingénieurs Arts et Métiers



Pierre Gregory
Professeur émérite

Véronique Gadet
Vice-présidente de
L'Union des professeurs de classes préparatoires scientifiques



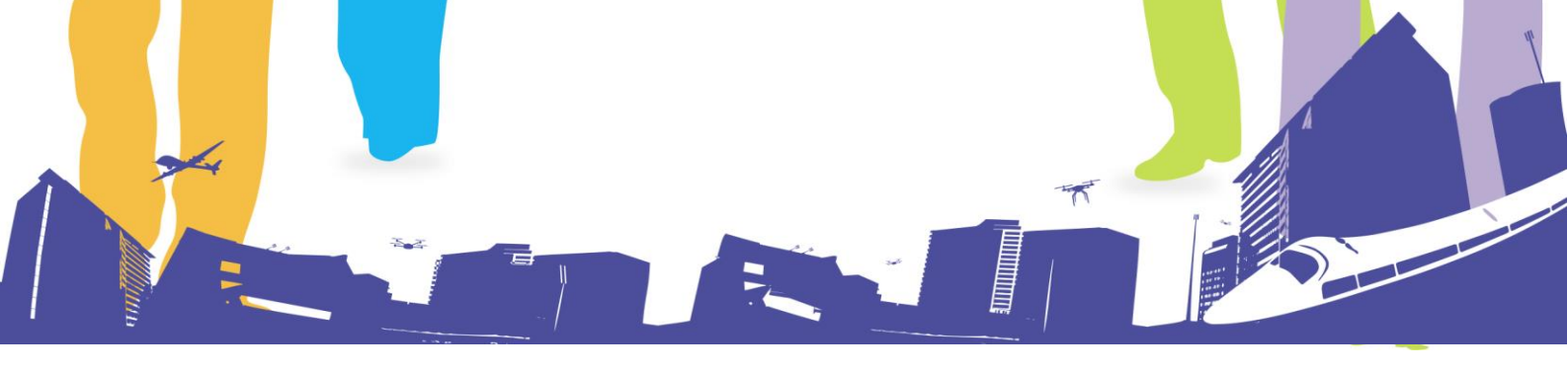
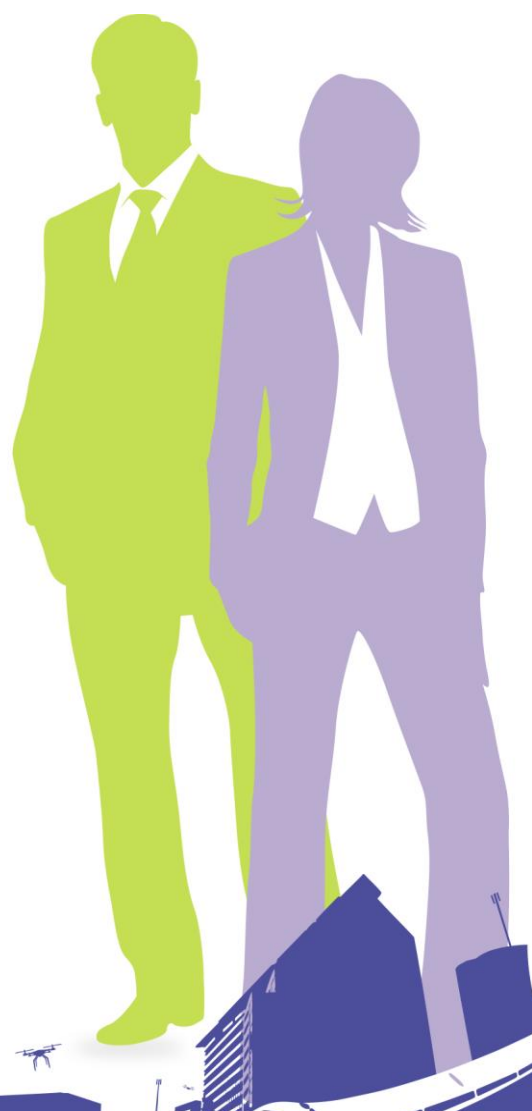


Annexe 2

La fin du salariat ?



IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE



La fin du salariat ?

Que penser sur le fond des analyses développées aujourd'hui sur ce thème ?

En quoi celles-ci peuvent-elles alimenter les réflexions de la communauté des ingénieurs ?

Synthèse

La réussite de la société Uber dans la mise en place d'un système totalement inédit de transport à la demande de particuliers, reposant sur l'appel au cas par cas à des chauffeurs se mettant à disposition de manière occasionnelle a fait l'objet d'analyses et de commentaires multiples.

Il a été souligné que la nouvelle approche, fondée sur l'utilisation d'une plate-forme de mise en relation d'une offre et d'une demande, conduisait à l'émergence d'un nouveau statut de travailleur indépendant, sollicité pour intervenir sans contrat salarial sur des missions précises limitées dans le temps, et que l'on pouvait imaginer derrière le développement de la formule une forme de disparition, ou au moins d'effacement, du salariat traditionnel.

Ce scénario agité en forme d'épouvantail par de nombreux commentateurs, reste pour le moment une conjecture, qui n'est pas étayée par des statistiques incontestables. Il concerne surtout des activités de nature assez spécifiques (importance de la mise en relation offre et demande, compétences mobilisées de niveau modeste).

Cette évolution pose néanmoins aux ingénieurs deux questions :

- Est-elle transposable aux emplois d'ingénieurs ?
- Est-il souhaitable qu'elle soit, et alors comment ?

Plusieurs éléments de réponse factuels peuvent être donnés sur le premier point

- On peut identifier deux formules fonctionnant en gros sur un schéma voisin
 - Les Juniors entrepris, qui fournissent des services ponctuels à des entreprises souhaitant bénéficier de l'expertise d'un élève-ingénieur
 - Les associations de retraités qui mettent à disposition à la demande pour des missions limitées dans le temps certains de leurs membres, soit bénévolement (OTECI, AGIR, EGEE) soit contre des rémunérations forfaitaires (ITG portage salarial, ECTI, seniors-enligne-fr.com)

D'une manière générale l'emploi d'indépendants reste assez marginal en France par rapport à plusieurs autres pays, comme le Royaume-Uni ou l'Italie. On peut considérer qu'en France le recours à une expertise temporaire externe pour des missions d'amplitude variable, passe principalement par les sociétés de service, dont le développement a été spectaculaire, puisqu'il correspond à des taux d'externalisation très élevés de 80% ou plus en informatique, de 50-60 % en R&D, et sans doute de plus de 50% pour l'ingénierie.



Sur la deuxième question de l'intérêt d'imaginer le développement de telles formules, on peut avancer l'idée que cette voie mériterait d'être explorée :

- En partant d'une mobilisation à la marge de compétences d'ingénieurs pour des interventions d'intérêt collectif
- En travaillant dans le cadre d'une aire géographique bien délimitée
- En s'inscrivant dans une action pilotée par une organisme ou en entité supposée servir une ambition de développement
 - Autorités régionales
 - CCI
 - Pôles de compétitivité

Il n'est donc pas déplacé de suggérer le développement de telles initiatives, dont on observera le caractère original et motivant pour les intéressés...

1 Un thème accrocheur de plus en plus évoqué

Le thème de la fin du salariat a été régulièrement évoqué ces derniers temps dans les médias (sans parler de quelques ouvrages), en étant régulièrement présenté comme une évolution structurelle en marche, à prendre sérieusement en considération, de mise en cause des formes traditionnelles du travail.

Ces réflexions, plus ou moins élaborées, mettent le plus souvent en épingle le phénomène dit "d'Ubérisation", où une plate-forme de mise en relation entre des clients désireux ici d'être transportés sur une courte distance et des chauffeurs acceptant d'être mobilisés de manière occasionnelle, conduit à transformer ceux-ci en prestataires uniquement rémunérés à la course, au détriment des chauffeurs de taxis artisans ou salariés.

Tous les analyses associent au développement de telles plates-formes (qui peut être imaginé dans de nombreux domaines, comme l'hébergement, l'octroi de crédits bancaires, ou les interventions de dépannage...) un mouvement de fond susceptible de modifier structurellement la relation entre le consommateur et la personne en charge de la prestation, avec généralisation supposée d'un statut d'indépendant ou d'autoentrepreneur.

Il faut observer que les analyses mentionnées n'argumentent pas directement pour imaginer une régression profonde du salariat, et admettent que leurs hypothèses ne reposent pour le moment sur aucune évolution statistique repérée.

Les évolutions présentées sont imaginées concerner un avenir à moyen ou long terme, sans plus de précisions.

On peut rappeler au passage que la piste d'une modification en profondeur du statut du travailleur avait été ouverte en 1995 par un rapport prospectif coordonné par Pierre Boissonnat qui proposait alors le passage à un contrat d'activité destiné à se substituer au contrat de travail traditionnel (rapport sans véritable suite, en dehors, bien plus tard, de l'auto-entrepreneuriat).



2 Revenir au fond

Les thèses parfois assez tranchées défendues par les écrits précédents, portées indiscutablement par un phénomène de mode, font écho pour une part à un certain goût du grand public pour la présentation de menaces diffuses, sinon pour des formes plus ou moins marquées de catastrophisme. Il est utile face ces réflexions de reprendre au fond le problème posé, c'est à dire la question du statut du travail et des travailleurs.

Au-delà du fait historique que l'extension du salariat est assez largement un phénomène moderne (19ème siècle), parallèle à un développement d'une organisation économique de production et d'échanges reposant sur des entreprises, plusieurs repères doivent être donnés

- Il existe dans l'emploi global un partage entre salariés (plus ou moins liés à un statut), artisans et travailleurs indépendants (de l'ordre de 7 % et 5% d'artisans ou employeurs),
- Bien qu'à plusieurs reprises on ait prédit une croissance de la proportion d'ingénieurs à statut d'indépendants intervenant comme experts techniques mobilisés sur des missions limitées dans le temps, celle-ci est restée faible en France, à l'inverse d'autres pays comme la Belgique ou le Royaume Uni, (point qui mériterait d'être analysé),
- Le phénomène majeur observé depuis plus d'une trentaine d'années, est bien plus le développement d'une pratique généralisée d'externalisation reposant sur des sociétés d'ingénierie ou de services, qui concerne particulièrement la réalisation de projets informatiques et même de recherche-développement.

L'analyse de l'emploi technique, considérée sous cet angle, révèle ainsi une segmentation schématique entre trois grands blocs

- Des grandes entreprises placées en position plus ou moins dominantes sur un marché, qui emploient des salariés permanents (CDI) et quelques intérimaires, se concentrent sur les fonctions reconnues comme stratégiques, en organisant l'appel à des prestataires extérieurs (sous-traitants, ou sociétés de service),
- Des entreprises de taille généralement plus réduite travaillant souvent en position de sous-traitance, qui emploient elles-aussi des salariés permanents (CDI) et un peu plus d'intérimaires ou de CDD, pour s'adapter au mieux à un plan de charge variable,
- Des entreprises de services qui réalisent des projets pour le compte des deux premières catégories (ingénierie technique, informatique, Recherche appliquée) et emploient essentiellement des salariés permanents (CDI), distribués au fil du temps sur les différents projets commandés, dont la permanence garantit le fond de compétence.

La grande transformation structurelle de l'emploi dans ces dernières années a été la montée impressionnante du recours aux sociétés de service du troisième type (vers les 80% pour l'informatique). Ce recours à des prestataires externes conduit à une meilleure gestion de compétences très spécialisées et semble favoriser une réactivité plus grande de structures bien conditionnées à relever des défis.



La question précise qui peut être posée, en observant la situation des autres pays, est le partage entre intervention de sociétés de services et prestataires indépendants, avec effectivement un impact sur le poids de l'emploi salarié.

Au-delà de ce panorama d'ensemble, il est difficile de ne pas mentionner le sort variable de ces différents salariés.

- Les salariés de grands groupes ont des emplois plus sûrs et globalement mieux payés. Ils peuvent raisonner en termes de carrière dès lors que leurs employeurs n'apprécient pas particulièrement la mobilité (même s'ils doivent la subir). Une part importante de leur activité consiste à définir précisément le cadre de projets, dont la réalisation est largement sous-traitée. Placés dans des contextes où le discours dominant est stratégique (quels marchés à conquérir ? Quels produits à développer ?) ils sont plus préparés à gérer au mieux leurs projets, qu'à développer des démarches innovantes non conventionnelles...
- Les salariés des PME, ont des conditions matérielles légèrement moins avantageuses, mais avec la possibilité d'accéder plus aisément à des postes d'autonomie et de responsabilité,
- Les salariés des sociétés de services, ont souvent, sans plus dans le domaine de l'informatique, des statuts professionnels moins enviables en se trouvant ballotés de projets en projets, et directement soumis aux volontés des donneurs d'ordre. Ils disposent malgré tout d'une assez grande autonomie pour pousser leurs solutions et chercher à se différencier de la concurrence par des approches plus originales.

La question à approfondir est donc celle de l'évolution du partage souhaitable entre les salariés des sociétés de service et les travailleurs indépendants, avec en fond l'impact du statut d'autoentrepreneur (et la possibilité de la bi-activité).

3 Prendre du recul

Si on cherche à tirer de ces éléments quelques repères utilisables à défaut de conclusions définitives :

- La question d'une mise en cause structurelle du salariat semble concerner, malgré sa valeur symbolique forte, un segment relativement délimité de l'économie marqué
 - Par la possibilité de tirer parti de l'utilisation de plates-formes informatisées pour mettre en rapport une offre et une demande.
- Par une banalisation relative des conditions nécessaires pour réaliser les prestations (exigences de qualification limitées, technicité bien circonscrite),
- Le scénario d'un effondrement de l'emploi salarial ne semble pas devoir se concrétiser à court terme, même si cette réflexion prospective invite à ouvrir un large débat sur de nouvelles formes de travail (partage) en révélant une motivation de certains acteurs économiques à limiter le salariat au profit d'un travail à la tâche, moins protecteur pour l'intervenant, mais plus aisé à gérer,
- On peut juste noter au passage une tendance inverse chez les médecins à accroître la part de l'emploi salarial dans un contexte il est vrai assez différent,
- Ces évolutions semblent concerner très marginalement les ingénieurs (sinon à les voir se muer en incitateurs de plates-formes), qui ont par contre à être très attentifs,
- À la question du volume général de l'emploi,
- À l'arbitrage possible entre emploi en sociétés de service et emploi comme indépendant.
- Un aspect indirect de ces débats sur les structures est le niveau d'autonomie accordé aux "vrais" ingénieurs.



Il est limité dans les grands groupes, plus important dans les ensembles de petite taille où l'expertise technique est sans doute mieux reconnue.

INSEE 2013		NAF 38 secteurs	total	1 708 692
00			7 302	
AZ	Agriculture, sylviculture et pêche		333 735	
BZ	Industries extractives		127	
CA	Fabrication de denrées alimentaires, de boissons et de produits à base de tabac		11 693	
CB	Fabrication de textiles, industries de l'habillement, industrie du cuir et de la chaussure		6 744	
CC	Travail du bois, industries du papier et imprimerie		13 103	
CE	Industrie chimique		736	
CF	Industrie pharmaceutique		274	
CG	Fabrication de produits en caoutchouc et en plastique ainsi que d'autres produits minéraux non métalliques		6 826	
CH	Métallurgie et fabrication de produits métalliques à l'exception des machines et des équipements		6 541	
CK	Fabrication de machines et équipements n.c.a.		97	
CL	Fabrication de matériels de transport		630	
CM	Autres industries manufacturières ; réparation et installation de machines et d'équipements		22 292	
DZ	Production et distribution d'électricité, de gaz, de vapeur et d'air conditionné		89	
EZ	Production et distribution d'eau ; assainissement, gestion des déchets et dépollution		2 689	
FZ	Construction		203 767	
GZ	Commerce ; réparation d'automobiles et de motocycles		233 058	
HZ	Transports et entreposage		39 423	
IZ	Hébergement et restauration		74 112	
JA	Edition, audiovisuel et diffusion		9 226	
JB	Télécommunications		577	
JC	Activités informatiques et services d'information		32 561	
KZ	Activités financières et d'assurance		13 981	
LZ	Activités immobilières		31 884	
MA	Activités juridiques, comptables, de gestion, d'architecture, d'ingénierie, de contrôle et d'analyses techniques		114 990	
MB	Recherche-développement scientifique		346	
MC	Autres activités spécialisées, scientifiques et techniques		56 781	
NZ	Activités de services administratifs et de soutien		48 926	
OZ	Administration publique		1 635	
PZ	Enseignement		46 709	
QA	Activités pour la santé humaine		204 639	
QB	Hébergement médico-social et social et action sociale sans hébergement		3 579	
RZ	Arts, spectacles et activités récréatives		68 163	
SZ	Autres activités de services		110 263	
TZ	Activités des ménages en tant qu'employeurs ; activités indifférenciées des ménages en tant que producteurs de biens		1 195	
total général			1 708 692	

		198
00		2 125
AZ	Agriculture, sylviculture et pêche	9 240
CE	Industrie manufacturière, industries extractives et autres	204 293
FZ	Construction	35 188
HZ	Commerce de gros et de détail, transports, hébergement et restauration	60 063
JC	Information et communication	94 691
KZ	Activités financières et d'assurance	24 015
LZ	Activités immobilières	3 692
MA	Activités spécialisées, scientifiques et techniques et activités de services	127 903
PZ	Administration publique, enseignement, santé humaine et action sociale	80 905
SZ	Autres activités de services	14 956
total général		657 268

En conclusion la question générale dite de fin du salariat, ne semble donc pas à sa place dans le travail collectif imaginé autour du Livre Blanc, moins destiné à des analyses, qu'à la présentation de propositions positives sur fond de diagnostic assuré.

On pourrait, sur le fond, et même s'il s'agit d'un sujet assez délicat pour différentes raisons, ouvrir un débat sur le statut des ingénieurs prenant en charge les interventions de type service, particulièrement en informatique.



À défaut de leur affecter un chapitre du livre, ces sujets pourraient par contre être évoqués, avec les autres sujets, au niveau de la synthèse et du chapeau.

4 Données statistiques

Ingénieurs diplômés actifs en 2013 : peu de travailleurs indépendants, beaucoup de salariés dans les services...

30 609	Indépendants
31 037	Employeurs
878	Aides familiaux
3 392	Intérimaires
288	Apprentis
18 342	CDD (hors Etat, coll.loc.), hors contrats aides
924	Stagiaires et contrats aides (hors Etat, coll.loc.)
496 225	Autres contrats (hors Etat, coll.loc.)
8 813	CDD (Etat, coll.loc.), hors contrats aides
66 761	Autres contrats (Etat, coll.loc.)
657 268	

11 total	1 708 692	Indépendants
12 total	1 123 916	Employeurs
13 total	122 964	Aides familiaux
21 total	502 477	Intérimaires
22 total	390 052	Apprentis
33 total	1 301 831	CDD (hors Etat, coll.loc.), hors contrats aides
34 total	208 976	Stagiaires et contrats aides (hors Etat, coll.loc.)
35 total	15 146 212	Autres contrats (hors Etat, coll.loc.)
43 total	655 389	CDD (Etat, coll.loc.), hors contrats aides
44 total	83 905	Stagiaires et contrats aides (Etat, coll.loc.)
45 total	4 509 887	Autres contrats (Etat, coll.loc.)
total	25 754 300	

Emploi global en 2013

Diplômés du supérieur à statut d'indépendants 2013

	total	165
00	total	1 091 432
40	Capacité en droit, DAEU, ESEU	total 852
41	DEUG	total 10 962
42	BTS	total 111 639
43	DUT	total 17 271
44	Diplômes paramédicaux et sociaux (niveau bac+2)	total 112 713
45	Deust, DTS, DNTS, DPECF	total 1 228
46	Autres diplômes niveau technicien supérieur	total 12 149
51	Licence	total 46 998
52	Licence professionnelle, licence IUP	total 7 394
53	Maîtrise (M1), MST, MIAGE, maîtrise IUP	total 48 559
55	Autres diplômes supérieurs (niveau bac+3 et plus)	total 59 323
61	DEA, magistères, masters recherche	total 21 357
62	DESS, masters professionnels	total 51 062
63	Ecoles d'ingénieur	total 30 609
64	Ecoles de commerce	total 13 014
71	Doctorats (sauf santé)	total 11 799
72	Doctorats de santé	total 60 166
	total	1 708 692



INSEE 2013		NAF 10 secteurs	total
AZ	Agriculture, sylviculture et pêche		363
CK	Industrie manufacturière, industries extractives et autres		42 421
FZ	Construction		2 698
GZ	Commerce de gros et de détail, transports, hébergement et restauration		21 855
JC	Information et communication		194 499
KZ	Activités financières et d'assurance		32 557
LZ	Activités immobilières		1 284
MC	Activités spécialisées, scientifiques et techniques et activités de services		49 187
PZ	Administration publique, enseignement, santé humaine et action sociale		10 345
SZ	Autres activités de services		7 104
total général			362 313

Répartition des ingénieurs et cadres informaticiens : il y a externalisation à 80 % !

Ensemble des indépendants par secteurs d'activité

INSEE 2013		NAF 38 secteurs	total	1 708 692
00			7 302	
AZ	Agriculture, sylviculture et pêche		333 735	
BZ	Industries extractives		127	
CA	Fabrication de denrées alimentaires, de boissons et de produits à base de tabac		11 693	
CB	Fabrication de textiles, industries de l'habillement, industrie du cuir et de la chaussure		6 744	
CC	Travail du bois, industries du papier et imprimerie		13 103	
CE	Industrie chimique		736	
CF	Industrie pharmaceutique		274	
CG	Fabrication de produits en caoutchouc et en plastique ainsi que d'autres produits minéraux non métalliques		6 826	
CH	Métallurgie et fabrication de produits métalliques à l'exception des machines et des équipements		6 541	
CK	Fabrication de machines et équipements n.c.a.		97	
CL	Fabrication de matériels de transport		630	
CM	Autres industries manufacturières ; réparation et installation de machines et d'équipements		22 292	
DZ	Production et distribution d'électricité, de gaz, de vapeur et d'air conditionné		89	
EZ	Production et distribution d'eau ; assainissement, gestion des déchets et dépollution		2 689	
FZ	Construction		203 767	
GZ	Commerce ; réparation d'automobiles et de motocycles		233 058	
HZ	Transports et entreposage		39 423	
IZ	Hébergement et restauration		74 112	
JA	Édition, audiovisuel et diffusion		9 226	
JB	Télécommunications		577	
JC	Activités informatiques et services d'information		32 561	
KZ	Activités financières et d'assurance		13 981	
LZ	Activités immobilières		31 884	
MA	Activités juridiques, comptables, de gestion, d'architecture, d'ingénierie, de contrôle et d'analyses techniques		114 990	
MB	Recherche-développement scientifique		346	
MC	Autres activités spécialisées, scientifiques et techniques		56 781	
NZ	Activités de services administratifs et de soutien		48 926	
OZ	Administration publique		1 635	
PZ	Enseignement		46 709	
QA	Activités pour la santé humaine		204 639	
QB	Hébergement médico-social et social et action sociale sans hébergement		3 579	
RZ	Arts, spectacles et activités récréatives		68 163	
SZ	Autres activités de services		110 263	
TZ	Activités des ménages en tant qu'employeurs ; activités indifférenciées des ménages en tant que producteurs de biens		1 195	
total général			1 708 692	

