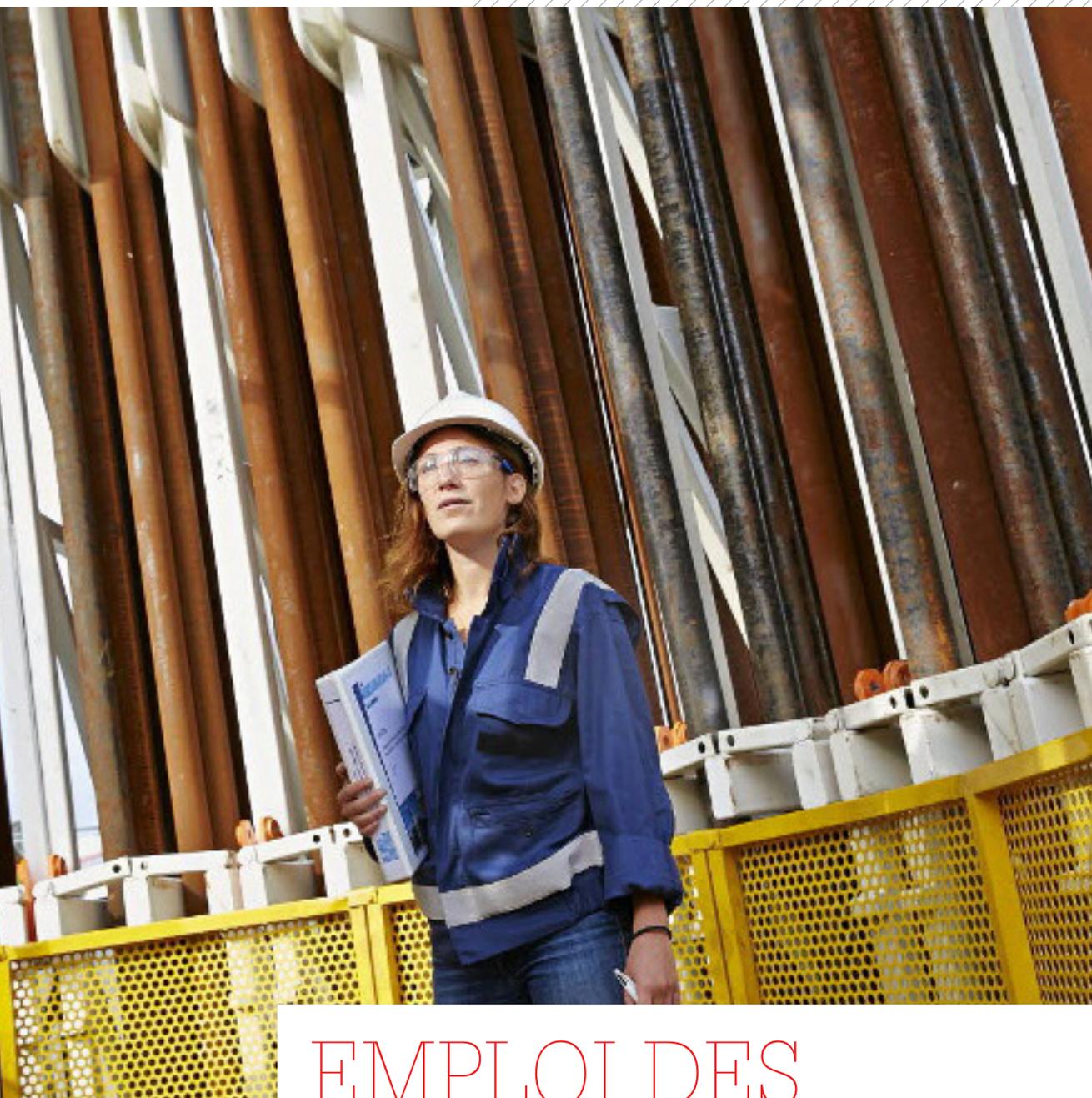




TECHNIQUES
DE L'INGÉNIEUR

LES FOCUS
TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR



EMPLOI DES INGÉNIEURS : LES TENDANCES 2017

novembre / 2016

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| SOMMAIRE | 2 |
| INTRODUCTION | 3 |
| EMPLOI DES INGÉNIEURS : LES PERSPECTIVES | 4 |
| ▪ LE DIPLÔME D'INGÉNIEUR RESTE UNE BONNE VOIE VERS L'EMPLOI | 4 |
| ▪ LES INGÉNIEURS TENTÉS PAR L'ÉTRANGER | 6 |
| ▪ DE PLUS EN PLUS DE FEMMES INGÉNIEURES | 8 |
| L'IMPACT DE L'INNOVATION SUR L'EMPLOI | 10 |
| ▪ L'INNOVATION METTRA-T-ELLE FIN AU TRAVAIL ? | 10 |
| ▪ LE CRÉDIT D'IMPÔT RECHERCHE EN QUÊTE DE MATURITÉ | 12 |
| EN SAVOIR PLUS | 14 |
| ▪ LES IMPACTS DE L'AUTOMATISATION CROISSANTE | 14 |
| ▪ INGÉNIEURS : LA PHOTO SOCIO-PROFESSIONNELLE DE 2015 | 16 |
| ▪ LE SOLAIRE PV GÉNÈRE-T-IL VRAIMENT DAVANTAGE D'EMPLOIS QUE LE NOUVEAU NUCLÉAIRE EPR ? | 18 |

INTRODUCTION

Cette année encore, les ingénieurs restent une catégorie privilégiée dans la course à l'emploi. Certaines tendances se dessinent : la cote de nos ingénieurs n'a jamais été aussi forte à l'étranger, la proportion de femmes ingénieurs atteint des sommets et l'automatisation engendre de nouveaux défis.

EMPLOI DES INGÉNIEURS : LES PERSPECTIVES

LE DIPLÔME D'INGÉNIEUR RESTE UNE BONNE VOIE VERS L'EMPLOI



Les ingénieurs sont de plus en plus nombreux en France. De 680.000 en 2009, ils approchent désormais la barre des un million. Une hausse de 4% par an en moyenne. 780.000 ingénieurs sont en activité avec une large proportion de salariés (747.000). 38.000 nouveaux ingénieurs ont été diplômés en 2015, remplaçant 8 à 9.000 départs à la retraite.

L'édition 2016 de l'enquête d'Ingénieurs Et Scientifiques de France (IESF) dresse un portrait élogieux des débouchés en sortie d'école d'ingénieur. En 2015, les nouveaux ingénieurs ont trouvé plus rapidement un emploi que les deux années précédentes et les salaires ont augmenté. Tous les indicateurs sont au vert et supérieurs à ceux enregistrés pour les promotions 2013 et 2014 : proportion d'emplois trouvés en moins de 2 mois, taux de CDI, taux net d'emploi, proportion d'emplois de cadres, salaires... 76,8% des ingénieurs en poste s'estiment **satisfaits de leur emploi**.

En début de carrière, les salaires moyens sont passés de 35.300 € à 35.800 € entre 2014 et 2016.

Les salaires augmentent au cours de la carrière ; le salaire médian annuel s'élève à 56 000 € par an, soit 17% de plus que le salaire médian des cadres.

Le secteur tertiaire et l'industrie, en tête des embauches

On constate toujours une forte dynamique de **recrutement**. 106.170 ingénieurs ont été recrutés, ou ont créé leur emploi, en 2015. Parmi ces recrutements, 31,1% sont des premières embauches. 61,2% constituent un changement d'employeur et 5,3% un changement de poste au sein de la même entreprise ou du même groupe. Enfin, 2,4% sont des postes créés par un ingénieur pour lui-même.

Si l'industrie demeure le premier secteur d'activité, c'est le secteur tertiaire qui remporte la palme de l'embauche en 2015. Le secteur tertiaire a recruté 35.860 ingénieurs, contre 32.650 pour l'industrie, principalement en France.

| Secteur d'activité | Ile-de-France | Province et DOM | France | Etranger | TOTAL |
|--|---------------|-----------------|--------|----------|---------|
| Agriculture, sylviculture et pêche | 170 | 2.110 | 2.270 | 120 | 2.380 |
| Industrie | 7.740 | 17.790 | 25.510 | 7.080 | 32.650 |
| Activités tertiaires (hors sociétés de services) | 15.000 | 13.550 | 28.620 | 7.170 | 35.860 |
| Sociétés de services | 9.150 | 9.730 | 18.870 | 4.190 | 23.030 |
| Ensemble en activité professionnelle | 36.640 | 48.410 | 85.060 | 20.900 | 106.170 |

Les ingénieurs, peu touchés par le chômage

Les ingénieurs sont relativement épargnés par le chômage. Seulement 4,4% sont à la recherche d'un emploi, dont 1,3% en recherche de leur premier emploi. Un taux nettement inférieur à celui de la population active en France et inférieur à celui des cadres. Jusqu'à 45 ans le chômage demeure rare, « probablement dans une zone incompressible », observe l'IESF. Au-delà, il augmente avec l'âge : 4,8% chez les 50 – 54 ans, 4,9% pour les 55 – 59 ans et 8% dans la tranche 60-64 ans.

Pour les ingénieurs, mieux vaut être jeune lorsque l'on veut [changer de travail](#). Sur les 40% d'ingénieurs âgés de 30 à 39 ans qui ont changé d'employeur en 2015, seulement 13% sont passés par la case chômage et 2% y sont restés au moins un an. Un changement d'employeur est plus risqué après 50 ans et les ingénieurs y réfléchissent à deux fois avant de changer de poste. Seulement 17% des plus de 50 ans ont passé ce cap en 2015. Parmi eux, 25% ont connu une période de chômage, qui a duré au moins un an pour près de la moitié d'entre eux.

21% des derniers diplômés étaient à la recherche d'un emploi fin 2015. Deux mois plus tard, ils n'étaient plus que 14%. « Cette différence [...] permet de souligner la vitesse d'absorption du flux d'ingénieurs entrant sur le marché du travail », se félicite l'IESF. Enfin, la confiance augmente : pour les ingénieurs déjà en poste, la crainte de perdre son emploi dans l'année est moins élevée que l'an dernier (9,4% contre 10,7%).

Par Matthieu Combe

LES INGÉNIEURS TENTÉS PAR L'ÉTRANGER

| Secteur d'activité | Province et DOM | Ile-de-France | France | Etranger |
|--|-----------------|---------------|----------|----------|
| Agriculture, sylviculture et pêche | 50,400 € | 80,000 € | 54,000 € | 65,000 € |
| Industrie | 57,133 € | 65,000 € | 60,000 € | 88,000 € |
| Activités tertiaires (hors sociétés de services) | 50,820 € | 65,000 € | 58,000 € | 90,000 € |
| Sociétés de services | 42,000 € | 54,000 € | 46,500 € | 75,000 € |
| Ensemble en activité professionnelle | 52,000 € | 62,000 € | 56,000 € | 85,000 € |

Le flux de départ des jeunes ingénieurs vers l'étranger s'accroît d'année en année. Désormais, un ingénieur sur 6 formé en France travaille hors de nos frontières, soit un total de 124 000 ingénieurs partis vers d'autres horizons.

Selon l'édition 2016 de l'enquête d'Ingénieurs et scientifiques de France (IESF), sur les 780 000 ingénieurs formés en France encore en activité, hors doctorants et retraités, 34% travaillent en Île-de-France, 50% en province et dans les DOM et 16% à l'étranger. Sur les 17.000 ingénieurs préparant une thèse dans un cadre professionnel en 2015, 30% étaient à Paris, 50% en Province et 20% à l'étranger.

Les ingénieurs expatriés s'installent principalement en Europe (70.500), sur le continent américain (24.050) et en Asie (17.750). Loin derrière, l'Afrique et l'Océanie accueillent respectivement 8.050 et 3.650 ingénieurs formés en France. Les principaux pays d'accueil sont la Suisse (16.150), les Etats-Unis (14.250), l'Allemagne (13.400) et le Royaume-Uni (11.050). « Ces quatre pays tiennent la tête depuis de nombreuses années », relève le rapport. A eux ils, ils accueillent presque la moitié des ingénieurs installés à l'étranger.

La proportion de femmes travaillant à l'étranger demeure inférieure à celle des hommes. Elle a néanmoins tendance à augmenter chez les nouvelles générations et l'écart se réduit. Globalement, les jeunes ingénieurs sont davantage attirés par l'expérience au large que les aînés. 19,6% des

hommes de moins de 30 ans ou âgés entre 30 et 39 ans travaillent à l'étranger (15,2% des femmes). Cette proportion baisse à 15,9% entre 40-49 ans et 11,7% entre 50-64 ans pour les hommes (respectivement 8,7% et 5,5% pour les femmes).

Un salaire nettement plus élevé

64% des ingénieurs en poste à l'étranger estiment que la qualité de vie est meilleure à l'étranger. 71% pensent que les opportunités professionnelles sont supérieures à ce qu'ils pourraient connaître en France 79% que leur rémunération y est plus élevée. Et pour cause, le salaire médian des ingénieurs partis à l'étranger est de 85.000€, contre 56.000€ en France. C'est pourquoi 37% des ingénieurs partis à l'étranger n'envisagent pas de revenir en France et 24% demeurent indécis quant à un retour éventuel. Seulement 8% prévoient un retour d'ici moins d'un an, 17% à moyen terme et 13 % à long terme.

Si les salaires sont plus élevés en Ile-de-France qu'en Province, les écarts de salaires sont nettement avantageux à l'étranger. A une exception près : travailler dans l'agriculture, la sylviculture ou la pêche semble être plus intéressant à Paris !

Partir, rester à l'étranger ou revenir ?

L'attrait pour l'étranger démarre en général bien avant le diplôme. 46% des ingénieurs formés en France, qui tra-

vaillent aujourd'hui à l'étranger, avaient déjà fait des stages dans un autre pays pendant leurs études. 25% avaient étudié ou décroché un double-diplôme à l'étranger et 10% ont des liens familiaux avec le pays qu'ils rejoignent.

Une fois qu'ils ont goûté au travail à l'étranger, les ingénieurs y prennent goût : 33% des expatriés déclarent avoir déjà travaillé à l'étranger avant leur expérience actuelle. Si 7% des ingénieurs français ont un projet de départ en cours, l'étranger n'est pas un El Dorado recherché pour tout le monde. 69% des ingénieurs travaillant en France n'envisagent pas de quitter le pays et 28% ont décliné une offre [de travail à l'étranger](#).

Par Matthieu Combe, journaliste scientifique

24/08/2016

DE PLUS EN PLUS DE FEMMES INGÉNIEURES

La France compte près d'un million d'ingénieurs. La profession se féminise peu à peu. En 2015, les femmes représentaient 29% des nouveaux diplômés. Toutes générations confondues, elles regroupent désormais 20,5% des ingénieurs, et 22,3% parmi les moins de 65 ans.

L'édition 2016 de l'enquête d'Ingénieurs et scientifiques de France (IESF) note « une progression spectaculaire du nombre de femmes ingénieures ». Avec 29% de diplômées en 2015, ce sont 11.000 nouvelles femmes ingénieurs qui vont ou ont rejoint le monde du travail.

Les choses évoluent peu à peu. Parmi les jeunes de 23 et 24 ans en 2015, une femme sur 34 est ou deviendra ingénieur. Contre seulement une femme sur 500, il y a 60 ans. En 1973, 600 femmes avaient obtenu le titre d'ingénieure, « soit à peine 5 % du nombre total de diplômés ». En 1980, la proportion montait à 10%.

Concrètement, 31,5% des ingénieures ont moins de 30 ans, 33,5% entre 30 et 39 ans et 20,5% entre 40 et 49 ans. Seulement 11,7% des ingénieures ont entre 50 et 64 ans et 3,4% plus de 65 ans (contre 15,6% des ingénieurs homme).

Où retrouve-t-on les ingénieures ?

La féminisation du métier se concentre dans quelques secteurs. « Les femmes sont plus présentes dans la fonction publique que les hommes [17,3% vs. 9,8%] et donc moins dans l'industrie [35,5% vs. 40,3%], leur présence [dans le secteur de l'agro-alimentaire et la chimie](#) est sensiblement au-dessus de la moyenne, observe l'IESF. Le domaine de la mécanique et des STIC est à l'inverse nettement au-dessous de la moyenne. »

Les femmes travaillent moins d'heures que les hommes : elles ne sont que 43,2% à travailler plus de 45 heures par

semaine, contre 60,1% des hommes. 20,9% travaillent moins de 40 heures par semaine (contre 10,2% des hommes) et 35,9% travaillent entre 40 et 44 heures (contre 29,7%).

D'importantes inégalités demeurent

Les femmes ingénieurs ont plus de difficulté à obtenir [le statut](#) de cadre. Elles ne sont que 91,2% à avoir le statut, contre 95,7% des hommes. Elles ont également moins accès au CDI (81,4%, contre 89,2% pour les hommes), au bénéfice du CDD (6,5% contre 3,1%). En contrepartie, elles sont davantage titularisées de la fonction publique (9,9% contre 5,6% pour les hommes). Par ailleurs, tout au long de leur carrière, les femmes occupent moins de postes à responsabilité hiérarchiques (37,1% contre 52,2% pour les hommes).

Les ingénieures n'y échappent pas : [leur salaire est bien plus faible](#) que leurs homologues masculins. Le salaire brut médian des femmes est de 48 000 €, contre 59 000 € pour les hommes. En fin de carrière, le salaire médian des hommes atteint 100 000 € brut par an, celui des femmes 85 000 €.

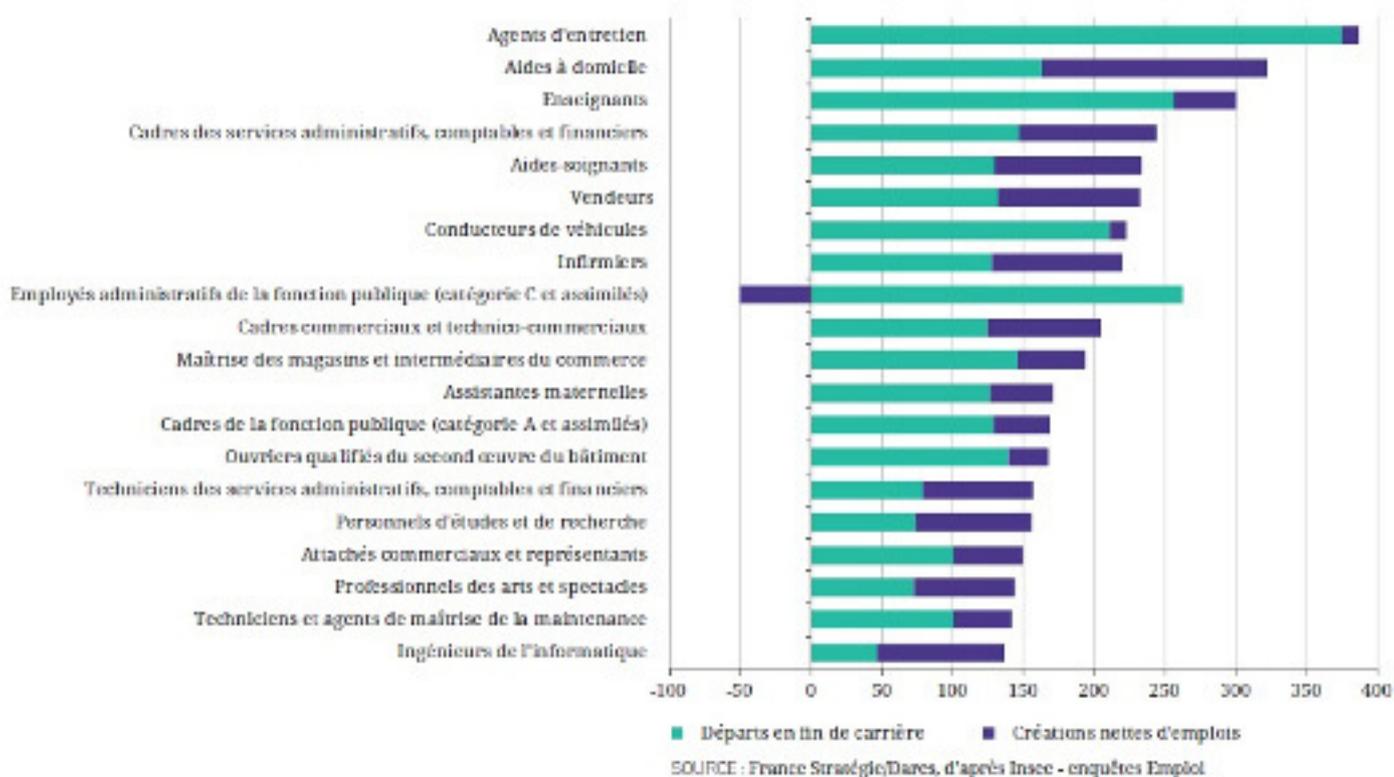
Si les salaires médians des moins de 30 ans présentent un écart de 2.500 €, celui-ci se creuse avec l'âge. Les salaires médians enregistrent un écart de 4.415 € pour les 30-39 ans, 9.703 € pour les 40-49 ans et 13.462 € pour les 50-64 ans. Si l'on ne s'intéresse qu'aux salaires les plus élevés (3e quartile), l'écart atteint 20 500 €. Le salaire médian est alors de 64 000 € pour les femmes, contre 84 500 € pour les hommes !

Par Matthieu Combe, journaliste scientifique

24/08/2016

L'IMPACT DE L'INNOVATION SUR L'EMPLOI

L'INNOVATION METTRA-T-ELLE FIN AU TRAVAIL ?



L'automatisation, la robotisation, le numérique et l'intelligence artificielle vont-ils mener à une vague de chômage sans précédent ? Pas sûr, selon une note récente de France Stratégie.

« Le numérique détruit et crée des emplois, mais surtout en transforme », estime France Stratégie, commissariat général à la stratégie et à la prospective, rattaché au Premier Ministre. Loin des scénarii les plus alarmistes, l'analyse suggère que l'automatisation engendre un besoin accru en « compétences sociales », de telle sorte que la machine devient complémentaire à l'homme dans le travail, mais ne le remplace pas totalement.

Les emplois sont de moins en moins automatisables

Une publication fortement médiatisée en 2013, a jeté un pavé dans la mare : dans 20 ans, près de la moitié des emplois aux Etats-Unis, en France, en Europe ou encore au Japon seraient automatisés. « Sauf que cette étude raisonne en termes de métiers et non de tâches », remarque France Stratégie. Elle oublie de prendre en considération le travail en équipe, les interactions sociales nécessaires et autres facultés dont ne dispose pas le robot.

En adoptant une approche en termes de compétences, « la prévision tombe à 15 % », estime l'organisme. Soit 3,4 millions d'emplois. Ce chiffre monte à 25 % pour les

emplois industriels automatisables et baisse à 13 % pour les métiers de services, plus fréquemment en relation avec le public. 40% des métiers (9,1 millions) apparaissent au contraire comme peu automatisables, car ils nécessitent de répondre immédiatement à une demande extérieure, avec un besoin d'adaptation.

Des métiers qui évoluent rapidement

Les emplois ont fortement évolué ces dernières années. « Le nombre des emplois peu automatisables a augmenté de plus de 30 % depuis 1998, une hausse imputable à la place croissante des services dans l'économie mais aussi, et surtout, à une transformation du contenu des métiers qui se recentre sur les tâches les moins automatisables », prévient France Stratégie. Ces tâches nécessitent des interactions sociales, de l'adaptabilité, de la flexibilité ou de la capacité à résoudre des problèmes.

Le recentrage des métiers sur les tâches les plus difficilement automatisables est un phénomène global. Il s'observe globalement au sein des métiers administratifs : secrétaires, employés [des services comptables](#) et administratifs, agents d'accueil et d'information... Dans le secteur bancaire, le développement des distributeurs de billets automatiques et des services [de banque en ligne](#) a également transformé les métiers. « 61% des employés déclarent occuper un emploi nécessitant une réponse immédiate à une demande extérieure et ne devant pas toujours appliquer des consignes strictes, contre 35 % en 2005 », relève France Stratégie.

Néanmoins, ce n'est pas parce qu'une technologie existe, qu'elle sera forcément déployée à large échelle. D'autres facteurs sont à prendre en compte, comme « le mode d'organisation du travail, l'acceptabilité sociale et la rentabilité économique », souligne l'organisme. Pour appuyer sa réflexion, le Commissariat général à la stratégie et à la prospective donne des exemples concrets. « Malgré des développements technologiques importants et alors qu'ils sont techniquement automatisables, le nombre d'emplois de caissiers en France n'a diminué que d'environ 10 % en dix ans passant de 205 000 à 185 000 », détaille-t-il. Par ail-

leurs, si l'industrie allemande est l'une des plus robotisées au monde, elle employait encore plus de 800 000 salariés en 2015, soit autant qu'il y a dix ans et 100 000 de plus qu'il y a vingt ans. Preuve que ce n'est pas parce qu'une activité est robotisée, qu'elle peut se dispenser de salariés.

Quels métiers vont continuer à se développer ?

Au cours des dernières décennies, l'économie française s'est transformée, donnant une part de plus en plus belle aux emplois qualifiés (ingénieurs, cadres, enseignants et chercheurs), mais aussi à certains métiers peu qualifiés de services (aides à domicile, assistantes maternelles...). « On compte aujourd'hui dans l'emploi deux fois plus de cadres et de professions intellectuelles qu'au milieu des années 1980 », relève France Stratégie, avant de souligner que « l'automatisation et robotisation sont propices à créer des emplois dans la R&D, la conception, la production, la commercialisation ou encore la maintenance d'automates ».

Dans une autre note, intitulée « 2017-2027, Quels leviers pour l'emploi ? », France Stratégie estime que d'ici à 2022, près d'un poste à pourvoir sur cinq pourrait concerner des métiers peu qualifiés (voir graphique). En parallèle, les métiers de cadres et professions intermédiaires augmenteront, notamment dans le secteur des services (plus de 42 % des emplois en 2022). Les ingénieurs informatiques et des télécoms ont également de beaux jours devant eux. L'organisme estime que le numérique et l'automatisation vont faire émerger de nouvelles activités économiques, en rendre d'autres obsolètes, mais surtout transformer radicalement les emplois, en valorisant les compétences non automatisables, comme les capacités d'abstraction ou d'interaction sociale.

Par Matthieu Combe, journaliste scientifique

24/08/2016

LE CRÉDIT D'IMPÔT RECHERCHE EN QUÊTE DE MATURITÉ

Le crédit d'impôt recherche ou CIR a pour objet d'encourager la recherche dans les entreprises. Ce dispositif leur permet de se voir rembourser une partie de leurs dépenses de recherche. Pour l'Etat, il fournit un moyen de soutenir l'innovation et renforcer la croissance économique sur le long terme.

Le crédit d'impôt recherche (CIR) permet de soutenir l'innovation sous plusieurs aspects. Il encourage la recherche et développement (R&D) dans les entreprises, développe les secteurs d'avenir et l'emploi hautement qualifié, soutient la réindustrialisation de la France, attire les entreprises étrangères grâce à un dispositif attrayant, multiplie les partenariats de recherche public-privé... Ce dispositif, égal à 30 % des dépenses de recherche inférieures ou égales à 100 millions d'euros, et à 5 % au-delà, s'applique à toute entreprise engageant de la R&D, quel que soit son secteur d'activité, sa taille et son organisation.

Avec un budget estimé à 5,53 milliards d'euros pour 2013, le CIR est la seconde dépense fiscale de l'Etat, derrière le Crédit d'impôt pour la compétitivité et l'emploi. Le recours au contrôle est donc incontournable pour prévenir des abus et s'assurer que cette dépense fiscale remplit bien ses objectifs. Après quelques années de rectifications intensives suite à sa réforme de 2008, l'appropriation du dispositif par les entreprises semble être sur la bonne voie. C'est l'un des enseignements du [4e Observatoire du CIR](#) élaboré par le cabinet de conseil ACIES Consulting Group et publié en décembre 2015.

Selon cet observatoire, le montant des rectifications du CIR, suite à un contrôle fiscal, a été multiplié par plus de 7 entre 2008 et 2013, pour atteindre un maximum de 271 M€. Ce montant est redescendu à 211 M€ en 2014. « Cette réduction traduit une meilleure maîtrise du dispositif par les entreprises et confirme la logique d'arrivée à maturité du

dispositif après la réforme de 2008 », estime le cabinet de conseil spécialisé en Recherche et Innovation. Pour faciliter encore davantage la résolution des contentieux, un Comité consultatif est saisissable par un contribuable ou l'administration depuis le 1er juillet 2016. Son objectif : statuer sur la réalité de l'affectation à la recherche des dépenses prises en compte pour la détermination du CIR.

Le CIR est-il réellement efficace ?

La question de l'efficacité du CIR a été posée par de nombreux rapports parlementaires et la Cour des Comptes. Par exemple, le [rapport de Suzanne Berger](#) de janvier 2016 relève que « la France dépense 0,37 % de son PIB en allègements d'impôts pour financer la R&D du secteur privé — ce qui la place en deuxième place, juste derrière la Corée du Sud ». Les conclusions notent plusieurs points positifs fournis par le CIR : il diminue le coût du travail du personnel en R&D et fournit de la trésorerie, sans attendre les bénéfices des travaux. Sans le CIR, la France risquerait de connaître « un exode massif d'entreprises et de départements R&D des industriels », notamment des grands groupes. Ce qui impacterait « profondément » les PME françaises, leurs principaux fournisseurs. Malgré sa complexité, le dispositif est toujours considéré comme essentiel au [financement des projets de R&D](#) par les entreprises.

Selon ce même rapport, « la France se classe au sixième ou septième rang mondial en matière de recherche (mesuré en fonction du nombre de publications scientifiques et de citations), mais se positionne entre la seizième et la vingtième place en matière d'innovation ». Le taux de R&D privé réalisé sur le territoire par des entreprises étrangères a continué de chuter de 21 % entre 2007 et 2015. Pendant ce temps, il a augmenté de 34 % aux Etats-Unis et de 15% en Allemagne. Le CIR ne suffit donc pas à attirer les entreprises étrangères en France.

Le dispositif est-il donc inefficace ? En 2013, la Cour des comptes estimait que les dépenses en R&D des entreprises ne progressaient pas et que l'emploi dans [la recherche privée](#) avait même diminué de 11% entre 2008 et 2013. Au même moment, le montant du CIR était passé de 1,8 à 5,8 milliards d'euros par an. Un échec cuisant. Heureusement, la situation semble avoir été renversée. Le 4e Observatoire du CIR note qu'en 2013, les entreprises ont investi 5,96 milliards d'euros (Md€) de plus qu'en 2007 pour leur R&D. Sur cette même période, le CIR a augmenté de 3,66 Md€. « Le CIR s'accompagne ainsi d'une augmentation des dépenses de R&D des entreprises supérieure à sa propre croissance, selon un ratio de 1,20 en 2011, de 1,50 en 2012 et de 1,63 en 2013 », note le cabinet. Le dispositif serait ainsi de plus en plus efficace. « De 2011 à 2013, le CIR a augmenté de seulement 250 M€ alors que les dépenses des entreprises se sont accrues de 1,86 Md€ », précise le rapport. « Cette dynamique est un signe positif de l'efficacité du dispositif », se félicite le cabinet.

«En 2013, le CIR a soutenu plus de 21 000 entreprises, dont 90 % de PME. Plus de 160 000 chercheurs en entreprises sont concernés par le CIR, qui a accompagné l'embauche de plus de 33 000 chercheurs supplémentaires depuis 2008. Il s'agit d'une augmentation de 26 % des effectifs, soit la plus forte progression des pays européens ! », prévient l'Observatoire. Malgré ses imperfections et ses améliorations à étudier, l'efficacité du CIR n'est donc plus à démontrer !

Par Matthieu Combe, journaliste scientifique

23/08/2016

EN SAVOIR PLUS

LES IMPACTS DE L'AUTOMATISATION CROISSANTE

Présentant au moins 70 % de tâches répétitives, 9 % des emplois des pays de l'OCDE pourraient disparaître dans les prochaines années en Europe.

La révolution numérique, facteur de croissance et d'emplois ? Tour à tour, deux études européennes ont tenté de mesurer son impact. Avec une question majeure : les robots et autres machines menacent-ils les emplois comme l'affirmait, en 2013, une étude de Carl Benedikt Frey et Michael Osborne ? Ces deux chercheurs américains concluaient que 47 % des emplois aux États-Unis étaient automatisables ou le seraient d'ici à dix ou vingt ans.

Cette perspective s'appliquera-t-elle également au Vieux continent ? Pas dans les mêmes proportions selon deux organismes européens. « Nous avons mesuré que 9 % des emplois des pays de l'OCDE présentent au moins 70 % de tâches automatisables et sont à ce titre menacés. S'ajoutent 20 % de postes présentant 50 à 70 % de tâches automatisables », prévient Stefano Scarpetta, directeur de la Direction emploi, travail et affaires sociales de l'OCDE.

De son côté, France Stratégie évalue à 15 % les emplois hexagonaux (3,4 millions de postes) qui seraient « automatisables ». Ce think tank rattaché au Premier ministre français tient à préciser que « la révolution numérique détruit certains emplois, mais surtout elle transforme les métiers ».

Les conclusions des deux études européennes divergent donc de celle des Américains, car elles ne s'appuient pas sur la même définition de l'automatisation. Dès lors que le travailleur a une marge de manœuvre dans la façon de mettre en œuvre les consignes pour obtenir un résultat optimal, France Stratégie estime que le salarié sera difficilement remplacé par un automate. Et le risque de substitution est encore plus faible s'il y a de l'émotion. Le robot peine selon le think tank. Avec cette approche, seulement « 15 % des salariés occupent des emplois potentiellement

automatisables », tandis que, calcule l'auteur, le nombre d'emplois difficilement automatisables a progressé de 33 % entre 1998 et 2011. De leur côté, les deux scientifiques américains raisonnaient par profession automatisable, chacune vue comme un tout uniforme.

Néanmoins, une étude de l'OCDE constate que l'automatisation croissante a entraîné une chute de la demande de travailleurs aux compétences intermédiaires depuis quinze ans. Les emplois se concentrent de plus en plus sur les postes les plus qualifiés. Depuis 1980, le nombre d'ingénieurs et cadre de l'informatique et des télécoms croît régulièrement alors que la chute du nombre de postes de secrétaires date des années 90. Les cinq secteurs qui recrutent le plus des métiers du numérique selon l'Observatoire sont le conseil en systèmes et logiciels (19,5 %), les activités des agences de travail temporaire, hors branche « numérique » (13,7 %), le conseil pour les affaires et autres conseils de gestion (9,9 %), la programmation informatique (4,4 %) et l'ingénierie (3,4 %).

« Le véritable enjeu, ce n'est pas tant la disparition du travail que sa transformation et sa polarisation », précise Stefano Scarpetta. Cette évolution passe notamment par la formation. Un domaine très en retard. « Un adulte sur cinq âgé de 26 à 35 ans a un niveau d'éducation moins élevé que ses parents », rappelle Gabriela Ramos, conseillère spéciale du secrétaire général de l'OCDE, Angel Gurría. Ce même organisme indique que « 55 % des salariés de 22 pays de l'Organisation ne disposent pas des compétences élémentaires de résolution des problèmes dans des environnements à forte composante technologique ». Cruel constat, le numérique embauche en France, mais le pays manque de compétences dans ce secteur et les formations ne sont pas adaptées aux besoins des organisations. C'est l'une des conclusions d'un rapport rendu en février dernier et commandité par les ministères de l'Éducation nationale,

du travail, de l'enseignement supérieur et de la recherche.

Philippe Richard

27/07/2016

INGÉNIEURS : LA PHOTO SOCIO-PROFESSIONNELLE DE 2015

L'IESF (Ingénieurs et scientifiques de France) vient de dévoiler les résultats de sa 27ème enquête sur la situation socio-professionnelle des ingénieurs français. Plus de 55000 personnes interrogées qui montre un population qui se féminise et dont la vie professionnelle est plutôt privilégiée.

Cette enquête annuelle de l'IESF est sans conteste une référence pour révéler les évolutions au sein de la population des ingénieurs. Via un questionnaire distribué par 125 associations et quelques 55000 répondants, cette enquête fournit un bon panorama sur la situation des ingénieurs.

Toujours plus de femmes

La France compte toujours plus d'ingénieurs : près d'un million en 2015 (dont 780 000 en activité) contre 680 000 en 2009.

Si les femmes ne représentent qu'un cinquième toutes générations confondues, leur proportion augmente régulièrement. Ainsi, elles constituent 29% des diplômés 2015 (11000 sur 38000 nouveaux ingénieurs) alors qu'elles ne comptaient que pour 10% en 1980. Leur présence est cependant très inégale : elles se dirigent surtout vers la chimie et l'agro-alimentaire et sont sur-représentées dans la fonction publique.

L'expatriation reste stable

Comme pour les années précédentes, le nombre d'ingénieurs qui exercent à l'étranger est assez stable autour de 16%, soit un ingénieur sur 6. L'Europe reste la principale destination de travail (plus de 70000 ingénieurs français y travaillent) et les trois pays d'accueil principaux sont la Suisse, l'Allemagne et le Royaume-Uni. L'expatriation en Asie commence à être vraiment visible (plus de 17000 ingénieurs dont quelques 10 000 rien que pour la Chine). Les deux Amériques gardent bien sûr une belle part (plus

de 24000 ingénieurs dont 14500 aux USA).

Bonnes rémunérations au rendez-vous

Même si le salaire médian brut n'a pas beaucoup évolué depuis 2008, les ingénieurs ne sont pas à plaindre, avec 56000 euros par an, ce salaire médian est 17% au-dessus de celui de l'ensemble des cadres. Les rémunérations sont relativement homogènes puisque l'écart entre les 10% les moins bien payés et les 10% les mieux payés est de 1,5 à 25 ans et de 3 à 60 ans. On note cependant toujours un écart significatif entre la rémunération des hommes et des femmes : salaire médian de 48000 euros pour elles, 59000 euros pour eux et en fin de carrière l'écart se creuse encore 85000 contre 100 000 euros. L'insertion dans le monde du travail semble aisée et les ingénieurs sont plutôt épargnés par le chômage : 4,4% de chômeurs dont 1,3 % en recherche de premier emploi.

Des jeunes plus entrepreneurs et consultants

La part de l'entrepreneuriat dans la population des ingénieurs est en constante augmentation. 18% d'entre eux ont déjà créé ou repris une entreprise. Les plus actifs en la matière sont les plus âgés (50-64 ans), mais les jeunes ne sont pas en reste. Mieux et plus formés sur le sujet (26% des moins de 30 ans ont été préparés à l'entrepreneuriat pendant leurs études contre 7% dans la tranche 40-49 ans), ils hésitent moins à se lancer, notamment via le statut d'auto-entrepreneur ou en passant par du portage salarial. Cette tendance s'accroît tout comme celle du consulting. Ainsi, 100 000 ingénieurs se déclarent « consultants » dont 16% des moins de 30 ans. Ils peuvent être indépendants ou salariés de sociétés de services ou de cabinet de conseil. Des secteurs qui embauchent énormément : 25% des ingénieurs du secteur du conseil ont été recrutés en 2015 et un tiers des diplômés 2014 et 2015 travaillent dans une société de services ou de conseil.

Par Sophie Huguin

01/07/2016

LE SOLAIRE PV GÉNÈRE-T-IL VRAIMENT DAVANTAGE D'EMPLOIS QUE LE NOUVEAU NUCLÉAIRE EPR ?

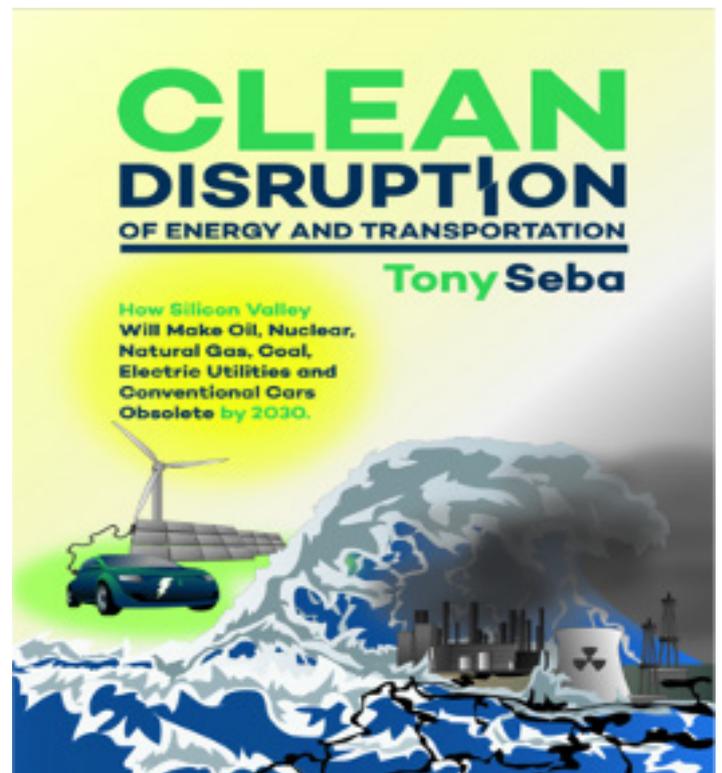
Quel projet génère le plus d'emploi ? Le projet d'EPR d'Hinckley Point C en Grande-Bretagne à 14 cents/kWh (on parle ici de cents US) ou celui de parc solaire PV à Dubaï à entre 3 et 4,5 cents/kWh ? La thématique emploi et énergie est sensible et fait l'objet de lourdes manipulations par les lobbies et les partis politiques. Mise au point.

« Le soleil n'envoie pas de facture ». Tel est le slogan du prospectiviste américain Jeremy Rifkin, formule propagée par les lobbyistes du solaire dans le monde entier. En toute logique il n'envoie donc pas de bulletins de salaire. Une vérité qui dérange ?

Selon une étude de PricewaterhouseCoopers Advisory pour Areva datant de mai 2011, la filière nucléaire en France pèse 125 000 emplois directs et 285 000 emplois indirects (y compris les emplois induits par les revenus), soit un total correspondant à 2% de l'emploi total en France. Ceci pour un parc de 63 GW, soit 6,5 emplois par MW installé. Le capital de ce parc électro-nucléaire est déjà amorti, le coût de production actuel du kWh du nucléaire dit « historique » (environ 6 c€/kWh) et les emplois correspondants sont donc principalement liés au volet Opération et Maintenance (O&M).

Dans un rapport datant de 2008 et reposant sur des données encore plus anciennes, le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) soulignait que « les énergies renouvelables créent davantage d'emplois par dollar investi, par unité de capacité installée et par unité d'électricité générée que les centrales électriques conventionnelles ».

C'était vrai avant 2008, autrement dit durant la pré-histoire



des EnR. Mais dans un rapport de 2013 (<http://www.irena.org/rejobs.pdf>, page 44) l'Agence Internationale des Energies Renouvelables (IRENA) fait écho d'une étude réalisée par Greenpeace International et l'EPIA (devenue depuis «SolarPower Europe») où la question de l'emploi est traitée avec un angle différent : « Les années récentes ont connu une grande progression de la productivité » écrivent les co-auteurs. « Les estimations initiales de 50 emplois par MW en 2006 ont été revues à la baisse à 43 emplois en 2007, 38 en 2008 et 30 en 2011. »

L'évolution du nombre d'emplois par unité de puissance

installée est corrélée au coût de production (LCOE, *Levelized Cost Of Electricity*) du kWh, ce dernier constitue ainsi un intéressant proxy. Le LCOE du PV s'étant massivement et spectaculairement effondré entre 2011 et aujourd'hui, on peut alors extrapoler une baisse tout aussi massive du nombre d'emplois par MW. Il est possible que le solaire PV génère aujourd'hui moins de 10 emplois par MW nouvellement installé. Une mise à jour régulière des données est nécessaire pour que le débat énergétique soit rigoureux.

« *Le prix de la techno PV baisse selon la loi de Moore, tandis que la filière aval (conception, installation, finance) est emploi intensive* » estime de son côté Richard Loyen, président d'ENERPLAN, le syndicat des professionnels du solaire. Confirmant ainsi une baisse massive des emplois au niveau de la partie amont de la chaîne de valeur. Mais même en aval des progrès en matière de réduction de la charge salariale sont réalisés. Par exemple les robots Krinner ([voir la vidéo](#)) utilisés lors de la construction de la plus grande centrale solaire d'Europe en Gironde ont permis de réduire la main d'oeuvre, et ainsi d'améliorer la compétitivité. Il est fort probable que des progrès soient également réalisés au niveau de la conception (bureaux d'étude) et du montage financier.

D'après les experts la tendance à la baisse des coûts du PV (ainsi que du stockage batterie associé) va se poursuivre et même atteindre un niveau proche de zéro. La société du coût marginal zéro, selon la formule du prospectiviste américain Jeremy Rifkin, est une société très efficiente, à très haute productivité. « *Le prix de l'électricité solaire sera « presque » nul dans une dizaine d'années* » estime l'ingénieur André Joffre dans [un entretien](#) publié le 9 mai 2016 dans l'édition catalane du quotidien L'Indépendant.

Plusieurs analystes partagent cette vision d'un coût du solaire tendant vers zéro, comme par exemple le professeur de Stanford University Tony Seba (auteur du livre « [Clean Disruption of energy and transportation](#) »), l'informaticien et futurologue Ramez Naam auteur du livre *The Infinite Resource : The Power of Ideas on a Finite Planet* ([How Cheap Can Solar Get ? Very Cheap Indeed](#)), le directeur de l'ingénierie chez Google Ray Kurzweil ([Solar Will Power](#)



[the World in 16 Years](#)), le fondateur de Green Power Academy Nadim Chaudhry ([The Solar Tsunami : it's starting in the sun belt and it will spread towards the poles](#)) ou encore Tam Hunt, fondateur de Community Renewable Solutions LLC, auteur du livre « *Solar : Why Our Energy Future Is So Bright* » et à l'origine du concept de « [Solar Singularity](#) ».

L'idéal serait de parvenir à mettre au point des capteurs solaires à durée de vie quasi-infinie et à très faibles besoins en maintenance permettant ainsi d'atteindre le Saint Graal. Une électricité presque gratuite. Et donc presque zéro emploi. A noter dès à présent que le volet O&M du solaire PV ne générerait il y a 6 ans qu'environ 0,2 emploi par MW aux USA selon une étude du National Renewable Energy Laboratory (NREL) publiée en 2010 et citée par l'IRENA. Soit beaucoup moins que le nucléaire français. Pas de combustible à extraire et à transformer, pas d'installations complexes à gérer et à surveiller, pas de déchets à traiter. Le solaire PV, une fois le capital amorti, consomme très peu d'heures de travail humain.

Adopter une approche holistique

La quasi-gratuité de l'écosystème reposant sur l'énergie de flux solaire sera bien entendu catastrophique pour l'emploi dans le secteur de l'énergie mais en revanche très positive pour le reste de l'économie. Elle permettra en effet de baisser les coûts de production de l'ensemble des industries (comme par exemple la sidérurgie et l'automobile), les rendant ainsi plus compétitives et donc potentiellement créatrices de nouveaux emplois. Mais aussi de réduire les dépenses des familles pour se chauffer, s'éclairer et se

déplacer en véhicule électrique. La facture « carburant » sera alors proche de zéro. L'argent économisé pouvant alors être dépensé ailleurs et ainsi stimuler d'autres secteurs tels que l'industrie textile, la restauration ou le tourisme.

En outre une énergie devenue gratuite correspond à un EROI (taux de retour énergétique) devenu très élevé, ce qui est très positif sur le plan environnemental. Il convient donc d'appréhender la problématique énergie / emploi de manière holistique, dans une perspective d'intérêt général, et non pas à travers le prisme restreint de l'intérêt particulier de telle ou telle industrie.

« *Je n'aime pas les approches «pro-emploi»* » a affirmé début 2016 Michael Liebreich, Chairman de Bloomberg New Energy Finance (BNEF) dans le cadre d'un [entretien](#) avec Zachary Zahan, fondateur du site Cleantechnica. Les politiques dont la finalité est de créer de l'emploi dans le secteur de l'énergie, et bien elles créent de l'emploi, mais au final bien moins que les politiques construites dans une perspective d'efficacité. On peut créer des emplois consistant à ce que les employés creusent un trou toute la journée dans la terre, puis le rebouchent le soir, puis recommencer le lendemain. Certains fonctionnaires considérés comme « planqués » tombent dans cette catégorie. On ne peut ni nier que cela crée effectivement de l'emploi, ni nier que c'est absurde et au final destructeur pour l'économie d'un pays si ce genre de politiques est généralisée.

« *Le manque de culture économique est très coûteux pour notre nation* » explique le prix Nobel d'économie français Jean Tirole dans un entretien publié par le magazine Challenges le 7 décembre 2014. « *Beaucoup de nos concitoyens (et les médias avec eux) se focalisent sur le drame (réel !) de victimes identifiables d'un licenciement collectif en oubliant celui d'un nombre bien supérieur de chômeurs, anonymes ceux-là, qui sont victimes de la non-crédation d'emplois, et donc du système.* »

Un manque de culture économique, mais aussi le fruit d'une démagogie électoraliste de certains responsables politiques. Il est en effet fréquent d'entendre en France



des personnalités, comme par exemple Nicolas Sarkozy (Les Républicains) et Emmanuel Macron (Parti Socialiste), mettre en avant un coût selon eux très bas de l'électricité nucléaire, tout en indiquant que c'est une industrie très pourvoyeuse en emplois. Ce n'est pas cohérent. On ne peut pas avoir le beurre et l'argent du beurre.

« J'ai fait un rêve »

La même approche, intellectuellement bancal, est utilisée par certains promoteurs du solaire. C'est par exemple le cas de Gregory Lamotte dans [une courte tribune](#) publiée sur le blog Tecsol le 7 mai 2016. D'un côté cet entrepreneur reproche à juste titre aux politiques de ne pas mettre à jour leurs données sur le coût du solaire PV et rappelle que « *les Anglais vont acheter par contrat pendant 35 ans l'énergie Nucléaire de EPR à 120 €/MWh alors que partout en Europe et dans le mode, l'énergie Eolienne et Solaire est achetée 70 €/MWh maximum.* » Mais d'un autre côté le patron de la start-up Comwatt dénonce le dogme selon lequel nucléaire serait bon pour l'emploi : « *Autre exemple, quel est l'autre préoccupation centrale des Français ? L'emploi. Une idée aussi bien ancrée nous annonce que le nucléaire, c'est bon pour l'emploi. Une étude de l'OCDE nous indique que pour produire la même quantité d'énergie, le solaire nécessite 6 fois plus de main d'œuvre locale.* »

Il n'est pas cohérent d'affirmer que le solaire coûte aujourd'hui presque deux fois moins cher que le nouveau nucléaire et en même temps que ce dernier génère 6 fois moins d'emplois que le premier. Facteur 12. Il y a un hic

dans le potage.

« Nos politiques disposent souvent de données anciennes et comme les énergies renouvelables évoluent très vite, nous prenons souvent des décisions à contre sens » constate avec justesse Gregory Lamotte. « J'ai fait un rêve, qu'il était possible de mettre à jour nos politiques comme on met à jour les applications des téléphones, afin de les aider à prendre les bonnes décisions. » Alors prenons garde de charger une appli élaborée de façon tout aussi rigoureuse en matière de coût que d'emplois générés.

« Pourquoi subventionner le nucléaire si c'est pour observer les coûts augmenter à chaque nouvelle génération ? » interroge ce spécialiste en optimisation de l'auto-consommation photovoltaïque. Si l'on veut vraiment créer artificiellement de l'emploi dans le secteur de l'énergie (en asphyxiant le reste de l'économie), subventionner le nucléaire est cohérent. « Si l'on souhaite privilégier l'emploi des Français, les renouvelables s'imposent » ajoute l'entrepreneur. C'est vrai, car les filières EnR efficaces seront une source de prospérité à l'échelle de l'économie globale, et commencent dès à présent à l'être dans certaines régions du monde, du fait que ce sont des filières qui vont devenir de moins en moins consommatrices en heures de travail. Soit exactement le contraire du contenu de la leçon donnée par Gregory Lamotte.

Un paradoxe apparent à expliquer avec pédagogie

Le 13 janvier 2016 Pascal Tebibel, le directeur de la prospective et des relations institutionnelles du Groupe Colas, a envoyé à GreenPeace International [un message](#) mettant en avant la création d'emplois grâce au projet de route solaire Wattway développé par cette filiale du groupe Bouygues. Appelant ainsi implicitement cette grande ONG internationale à soutenir leur innovation au nom de l'emploi. La Ministre de l'écologie Ségolène Royal a également mis en avant [le même argument](#) pour promouvoir cette nouvelle filière, faisant totalement l'impasse sur une approche coûts-bénéfices.

Cette route solaire, étant extrêmement coûteuse, créé en effet davantage d'emplois par unité de puissance installée

que le solaire standard au sol. Elle n'en demeure pas moins intrinsèquement inefficace et donc contre-productive sur les plans écologique, économique et donc social.

Il est essentiel de comprendre ce paradoxe apparent pour prendre les bonnes décisions que Gregory Lamotte appelle de ses vœux : moins d'emplois dans le secteur de l'énergie, et donc une énergie moins coûteuse, cela permet de générer de manière indirecte d'autres emplois ailleurs dans l'économie.

Brasser le bon vent

Voici enfin un second tabou qu'il convient aussi de briser : bien séparer le bon grain de l'ivraie en matière de filières EnR. Toutes les EnR ne sont pas à mettre dans le même panier, certaines filières constituent des aberrations tant sur le plan de l'EROI (et donc au niveau du bilan écologique) que du coût, les deux étant d'ailleurs liés.

Si l'hydroélectricité, le grand solaire au sol et l'éolien terrestre dans les régions bien ventées sont des filières aujourd'hui vraiment très pertinentes, formant ensemble le trio symbiotique Wind Water Sun prôné par Mark Jacobson de Stanford University, ce n'est ni le cas de la route solaire prônée par **Ségolène Royal**, ni de la « *Smart-Flower* » d'EDF, ni du très coûteux hydrolien, ni enfin de l'arbre à vent *NewWind* prôné par **Arnaud Montebourg**.

L'ancien ministre du « *redressement productif* », par ailleurs très pro-nucléaire, se fait l'avocat de cette forme de micro-éolien particulièrement coûteuse, depuis la COP21 jusqu'à la conférence intitulée « *Slow is powerfull* » : *rupture technologique et modèle économique disruptif dans l'éolien et l'hydrolien* » qu'il donnera le 31 mai 2016 à l'occasion du « *Smart Energy Summit Paris* » parrainé par ERDF et RTE (**François Brottes**). Au programme de cette conférence dont le titre est manifestement inspiré du concept « *Small is beautiful* » (1973) de l'économiste Ernt Friedrich Schumacher et dont la formulation marketing vise semble-t-il à séduire les personnes appréciant les approches d'autonomie énergétique et de décentralisation : « *Miser sur les écoulements lents comme source de puissance* » et « *Changer de paradygme (sic) avec des gisements d'éner-*

gie diffuse quasi illimités ».

Il ne suffit pas d'afficher des mots et des formules a priori sexy et modernes pour rendre une technologie économiquement et écologiquement pertinente. Comme le rêve Gregory Lamotte, chargeons la bonne appli. Les lois de la physique ne peuvent pas être changées par Arnaud Montebourg, et ceci en dépit de son talent d'orateur et de son charisme : la production électrique d'une éolienne varie à la puissance trois de la vitesse du vent et cette dernière est bien plus faible au niveau du sol qu'à 100 mètres d'altitude. A fortiori en milieu urbain. En outre l'architecture du très romantique arbre à vent conduit à un ratio énergie produite / matière consommée (métal, câblages) médiocre comparativement aux micro-éoliennes standards, ces dernières étant pourtant déjà bien moins performantes que les grandes éoliennes.

La France, engoncée dans la filière atomique, a déjà perdu énormément de temps en matière de compétitivité EnR, n'aggravons pas ce retard avec de lourdes erreurs d'aiguillage et avec des pseudos-solutions et autres bling-blingueries servant à tenter de camoufler ce retard...Ou plutôt à tenter de freiner (« *écoulement lent* ») l'émergence des vraies solutions EnR qui font de l'ombre aux rentiers des vaches à lait nucléaires en place et qui veulent rester « *source de puissance* » le plus longtemps possible.

Le temps, c'est de l'argent.

Olivier Daniélo

12/05/2016