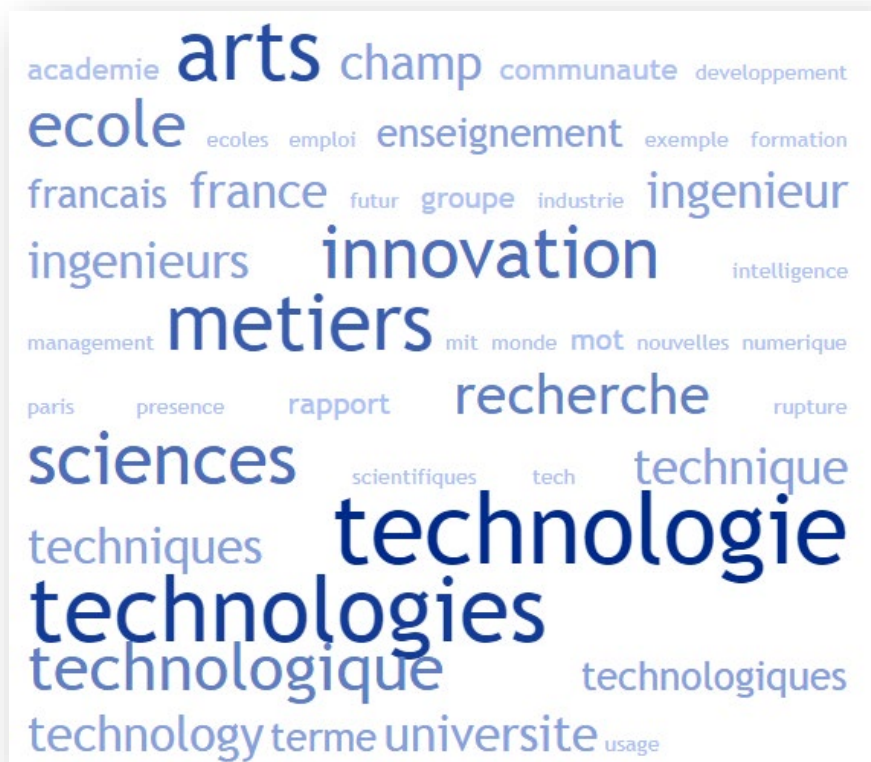




Rapport du groupe de réflexion
sur le vocable « technologie »

**« Technologie(s) »,
quel horizon pour les Arts & Métiers ?**



Edition du 12 mars 2019

Couverture :

Nuage de mots basé sur l'occurrence des mots de ce rapport - <https://tagcrowd.com>

Rappel du mandat, méthodes de travail, et composition du groupe

L'École nationale supérieure d'Arts et Métiers a pour ambition de renforcer sa position d'établissement de référence pour la technologie.

Or, la valeur accordée au mot technologie est très dépendante du contexte de son usage et du public concerné. Du Bac-3 au Bac+8, du Lycée Général et Technologique au MIT ou à l'UTC, le mot revêt des sens fondamentalement différents, du plus répulsif au plus attractif.

Afin d'éclairer les choix à venir, le Think Tank Arts & Métiers a confié à Marc Lassagne et Stéphane Lapujoulade la mission d'animer un groupe de réflexion afin de clarifier le thème/vocabulaire « technologie » et l'usage qui peut en être fait (cf. Lettre de mission du 20 juillet 2018 en Annexe 1).

Le groupe de réflexion est constitué de :

- Arnaud Demay
- Julie Giraud-Avril
- Amira Hammouda
- Jean-Claude Hubert
- André-Benoît de Jaegère
- Stéphane Lapujoulade
- Marc Lassagne
- Christine Ollendorff

La présentation des membres est détaillée en Annexe 2.

Le groupe s'est réuni à quatre reprises de septembre 2018 à mars 2019, a procédé à l'audition de personnalités et a mené trois mini-sondages impliquant les Groupes Professionnels Arts & Métiers, la Direction Générale d'Arts & Métiers et des étudiants Arts & Métiers de 3^e année.

Le groupe de réflexion remercie tout spécialement :

- Jean Fournier, Président des Groupes Professionnels Arts & Métiers, pour son soutien.
- Ivan Iordanoff et Xavier Kestelyn, respectivement Directeur Général Adjoint Recherche et Innovation et Directeur Général Adjoint en charge des Formations d'Arts & Métiers, pour le temps qu'ils ont accepté de nous consacrer.
- Roland Vardanega, Délégué à la Communication de l'Académie des Technologies, pour son implication enthousiaste.

En quelques mots

La question structurante de ce rapport est l'ambiguïté de la notion de technologie, tout à la fois porteuse de progrès et d'espoir, repoussoir et source potentielle d'angoisses. Arts et Métiers définit fondamentalement sa place dans la société comme étant celle de la grande école de la technologie au service de l'industrie du futur. Ce positionnement ne fait pas débat au sein de la communauté, tant pour des raisons historiques que dans son vécu présent. Toutefois, la problématique se pose de savoir comment, en quoi et à quelles conditions cet ancrage peut être fécond pour l'avenir de l'École.

Le rapport rappelle que les progrès fulgurants des technologies auxquels nous assistons depuis la fin du XX^e siècle, ainsi que l'élargissement de leur champ d'action aux communications, aux relations humaines, voire au corps humain lui-même, suscitent de plus en plus de questionnements.

Il dresse un rapide tour d'horizon des acceptions et représentations liées aux technologies, dans la société en générale puis dans le monde de l'enseignement et de la recherche.

Il conclut sur l'idée que la communauté Arts & Métiers, qui dispose d'une légitimité historique en matière technologique, gagnerait à se saisir plus explicitement de ce champ.

Cela implique des changements non négligeables non seulement en termes de communication et d'image mais également sur le plan de l'enseignement et de la recherche.

SOMMAIRE

1. Une révolution technologique : espoirs et inquiétudes	page 6
1.1 Une vague historique d'innovation(s) technologique(s)	
1.2 Une perception ambivalente de la technologie	
1.3 Imaginaires technologiques : l'arrière-plan intellectuel	
1.4 Reconnaissance institutionnelle : l'Académie des technologies	
2. Nouvelles acceptions et nouveaux usages du vocable « technologie(s) »	page 15
2.1 Quelques considérations sémantiques	
2.2 Usage du terme technologie dans les publications scientifiques	
3. Communication et effets d'image de la technologie dans le secteur de l'éducation et de la recherche	page 19
3.1 L'éducation technologique en France	
3.2 Les dénominations des écoles, universités et centres de recherche dans le monde	
4. Des opportunités pour les Arts & Métiers	page 25
4.2 Positionnement actuel des étudiants et des alumni Arts & Métiers sur le champ des technologies-clés	
4.2 Légitimité de l'École sur la (les) technologies(s)	
4.3 Science-Technologie-Innovation et nouveaux enjeux pédagogiques	
CONCLUSIONS : « Technologies », quel horizon pour les Arts & Métiers ?	page 29
Bibliographie sommaire	
Annexe 1 : Lettre de mission	
Annexe 2 : Biographies des membres du groupe de réflexion	

1. Une révolution technologique : espoirs et inquiétudes

1.1 Une vague historique d'innovation(s) technologique(s)

Pour qualifier la période actuelle, le prospectiviste Jeremy Rifkin a popularisé l'expression de **Troisième Révolution industrielle** (TRI), qui désigne une nouvelle révolution industrielle et économique qui se distinguerait des secteurs d'activité classiques de la production et aurait démarré à la fin du XX^e siècle avec le développement des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC). Le Parlement Européen a officiellement adopté cette vision dès 2007.

En 2016, l'essayiste spécialisé dans l'économie, Nicolas Bouzou écrivait : « **Nous sommes entrés dans la cinquième grande mutation et il nous faudra encore au moins dix ans avant d'en sortir** ». En effet, à l'expression de « révolution industrielle », il préfère celle, plus technique, de « mutation », après les quatre précédentes ayant entraîné une « augmentation vertigineuse de la quantité de vie sur Terre » : l'invention de l'agriculture il y a environ 10 000 années, l'invention du commerce avec l'essor du Pirée au siècle de Périclès, l'invention du monde à la Renaissance et l'invention de la machine en Angleterre, à l'époque couramment qualifiée de première révolution industrielle.

Selon lui, **cette cinquième mutation est celle des NBIC : nanotechnologies, biotechnologies, technologies de l'information, sciences cognitives**. Cette nouvelle convergence entre les domaines de l'infiniment petit, des sciences du vivant et de l'intelligence artificielle est principalement rendue possible par la progression très rapide de la puissance de traitement numérique des données. Elle fait l'objet de rapports dès le début du millénaire, elle ouvre une série de débats politiques et philosophiques sur, notamment, la question du transhumanisme. Citons ainsi les jalons suivants :

En 2002, un rapport rendu public en juin 2002 aux Etats-Unis, commandité par la National Science Foundation (NSF) et le Department Of Commerce (DOF) est intitulé "Nanotechnology, Biotechnology, Information technology and Cognitive science : Converging Technologies for Improving Human Performance". Il dresse un panorama complet de l'état d'avancement des quatre technologies scientifiques les plus prometteuses pour l'avenir de l'Humanité. La question du transhumanisme est ouverte.

Extrait du rapport de 2002

"C'est un moment unique dans l'Histoire des réalisations techniques ; l'amélioration des performances humaines devient possible par l'intégration des technologies."

En 2004, c'est au tour de l'Union Européenne de publier le rapport « Converging Technologies - Shaping the Future of European Societies », élaboré par un groupe de 25 experts européens appartenant à des disciplines aussi diverses que la physique ou la sociologie. Ce rapport portait sur les nouveautés scientifiques et technologiques de pointe susceptibles d'engendrer de nouveaux systèmes et potentialités ; en d'autres termes, l'analyse de la convergence des technologies nano-bio-info-cognitives, auxquelles le groupe d'experts a toutefois ajouté les sciences sociales. « Malgré son hostilité aux thèses transhumanistes (...), ce rapport ne les présente jamais comme délirantes ou irréalistes », commente Luc Ferry en 2016.

En 2005, le futurologue Raymond Kurzweil prédit que le futur de la technologie influencera les sciences du vivant et consistera principalement en la "révolution GNR" qui recouvre à la fois la génétique, les nanotechnologies et la robotique (cette dernière étant la plus importante des trois).

Plus récemment, dans son ouvrage « les industries du futur » traduit en français en 2018, Alec Ross, le conseiller pour l'innovation du président Barack Obama, identifie **6 secteurs porteurs d'innovation rapide et créateur de valeur** :

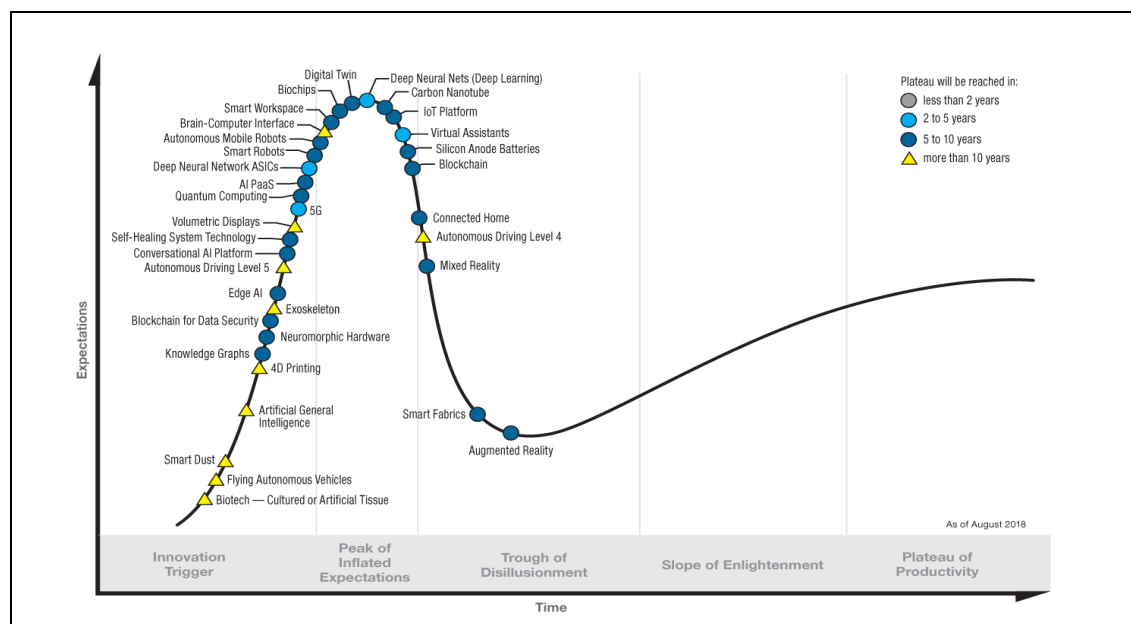
Robotique	<i>Changement de mode de vie, santé et vieillissement</i>
Biologie de pointe (y compris génomique)	
Cybermonnaie	<i>Remise en cause de la souveraineté des états</i>
Cybersécurité	
Big data	<i>Assistance individuelle et traitement des grands problèmes sociaux</i>
Intelligence Artificielle	

Remarquons que dans chacun de ces 6 secteurs, l'informatique est omniprésente.

L'accélération et la multiplication d'innovations technologiques rendent d'ailleurs les prédictions difficiles tant cette effervescence suscite d'engouements rapides, souvent suivis de désillusions.

Conscient de ces phénomènes, le cabinet américain de prospective technologique Gartner publie annuellement depuis 1995 un graphique sur le « Cycle de la hype », dans lequel il classe les tendances en matière de nouvelles technologies.

CYCLE DE LA HYPE DES TECHNOLOGIES EMERGENTES - GARTNER - AOUT 2018



Au sommet de la courbe de 2018, on trouve les « jumeaux numériques » et les réseaux de neurones. Ces deux innovations seront bientôt rejointes par d'autres qui viennent d'entrer dans la phase de « Pic des attentes exagérées », comme les robots mobiles autonomes. Elles devraient rapidement tomber dans le « Creux de la désillusion », période durant laquelle l'intérêt retombe fortement. Puis elles remonteront ensuite la « Pente de l'illumination » avant d'atteindre d'ici deux à cinq ans le « Plateau de productivité ». Et ainsi connaître un regain d'intérêt avant d'être largement diffusés dans nos sociétés.

Dans cet esprit, le rapport du FIAM (Groupe de réflexion sur le Futur de l'Ingénieur Arts & Métiers actif entre 1995 et 2014) sur l'Excellence Technologique concluait déjà en mars 2012 sur les trois tendances suivantes :

- *Des **frontières de la matière qui s'ouvrent à l'échelle nanométrique** avec toutes les applications dans les sciences de la matière (une réponse (?) aux enjeux énergétiques), les sciences du vivant (médecine, auto-médecine, agriculture)*
- *La **généralisation du numérique dans toutes les sphères de la vie**, savoirs (connaissance), compétences (knowledge management) mais bientôt savoir-être (dans 20 ans), associé aux facilités technologiques d'accès universel (n'importe-où, n'importe quand)*
- *La **prépondérance de la place de l'innovation** dans le processus d'évolution sociétale, mais une innovation qui sera à la croisée de la technologie et des sciences sociales.*

En conclusion, dans cette période de mutation intense, un consensus s'établit pour affirmer qu'**Innovation et Technologie occupent aujourd'hui une place majeure** non seulement dans les questions économiques de notre temps mais aussi du point de vue philosophique et de l'avenir de notre société.

Comme à l'époque de la création d'Arts & Métiers, les bouleversements économiques et sociétaux ne sont pas aisément déchiffrables. De plus, certaines perspectives sont enthousiasmantes quand d'autres peuvent paraître effrayantes.

1.2 Une perception ambivalente de la technologie

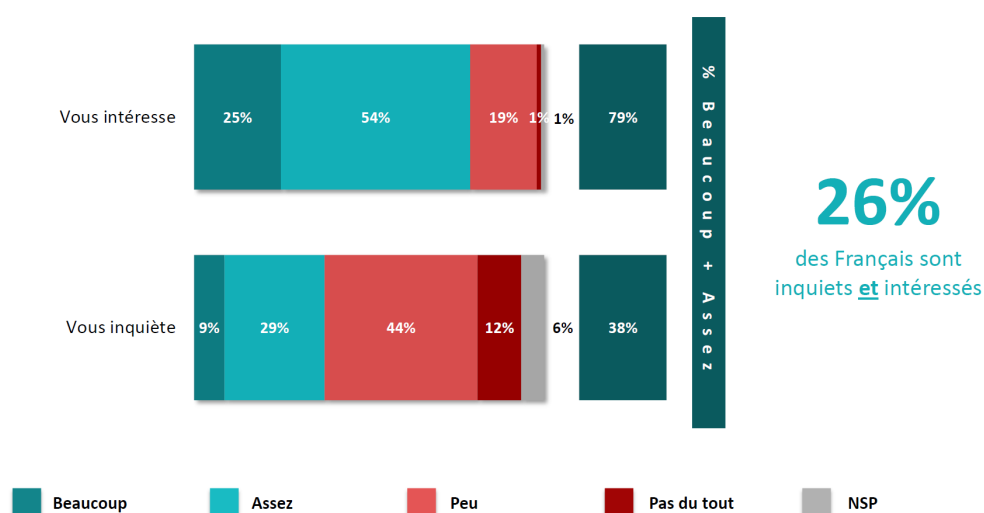
La technologie constitue aujourd'hui un enjeu sociétal dont nul ne peut sous-estimer l'importance. Sa perception est globalement positive : elle est associée à l'idée de progrès, avec sa part d'ambivalence.

Ainsi, dans un récent sondage OpinionWay pour l'Académie des Technologies (octobre 2018), **79% des français déclarent « s'intéresser à la technologie » et 38% estiment que « la technologie les inquiète ».**

“ L'intérêt et les inquiétudes vis-à-vis de la technologie

Q. De manière générale, diriez-vous que la technologie... ?

1081 personnes



Quand on regarde plus en détail, l'ambivalence apparaît clairement :

2/3 des français estiment que « le développement technologique est synonyme de progrès pour l'humanité » et « apportera une meilleure qualité de vie aux générations futures ».

Mais, dans le même temps, les avis sont beaucoup plus partagés (environ 50/50) sur des propositions telles que :

« A long terme la technologie crée plus de problèmes qu'elle n'en résout. »

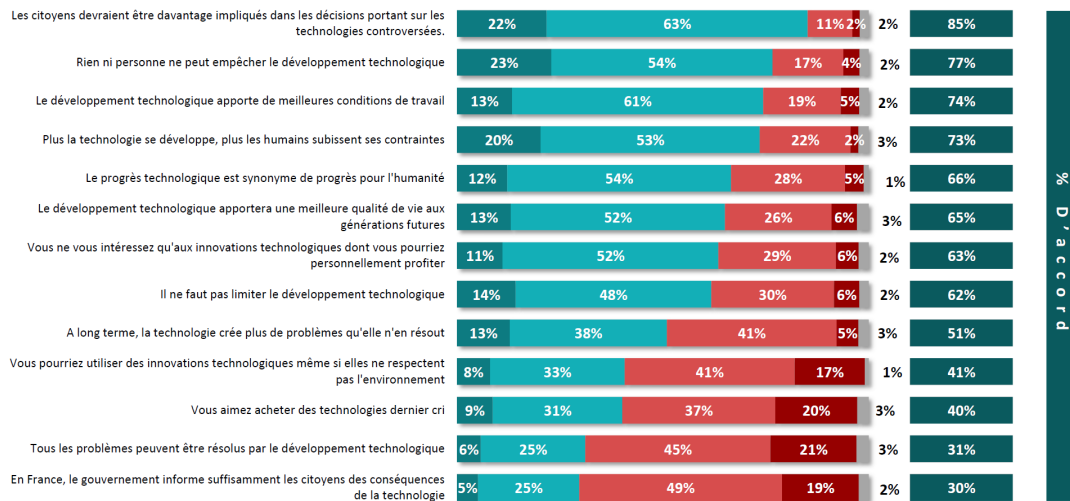
« La technologie apporte plus d'opportunités que de dangers pour l'avenir de nos enfants. »



L'opinion détaillée à l'égard de la technologie

Q. Etes-vous d'accord ou pas avec chacune des affirmations suivantes sur la technologie ?

1081 personnes



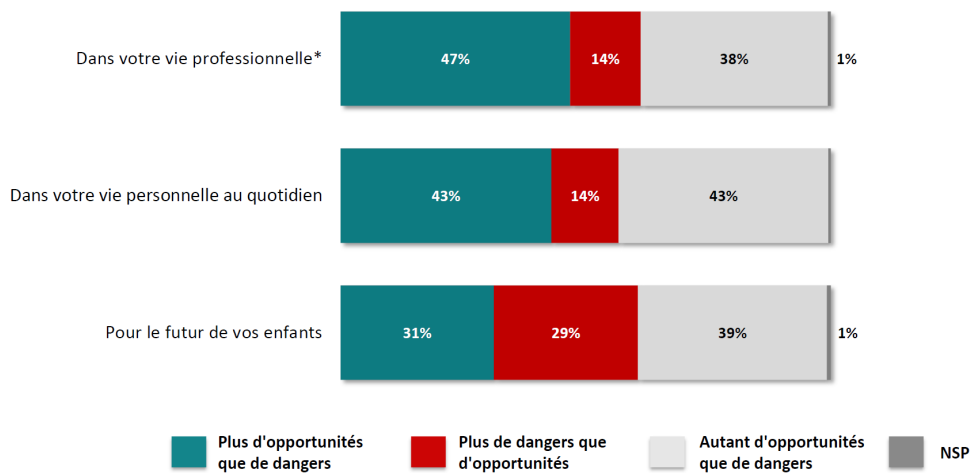
■ Tout à fait d'accord
 ■ Plutôt d'accord
 ■ Plutôt pas d'accord
 ■ Pas du tout d'accord
 ■ NSP



Le rapport de force entre opportunités et dangers de la technologie

Q. Diriez-vous que la technologie apporte... ?

1081 personnes



■ Plus d'opportunités que de dangers
 ■ Plus de dangers que d'opportunités
 ■ Autant d'opportunités que de dangers
 ■ NSP

Il est frappant de constater ainsi, alors même que nous vivons dans un environnement où la dépendance aux objets technologiques, souvent dénoncée, n'a jamais été aussi forte, que reste présente aujourd'hui la même défiance qu'exprimaient déjà au XIX^e siècle (certes de manière plus violente) les luddites ou les canuts en révolte.

Des conclusions de ce sondage, nous avons décidé de retenir l'idée que le thème de la technologie est plutôt porteur d'espoir et de progrès. Et qu'en particulier, les générations les plus jeunes privilégient les représentations positives attachées au thème de la technologie.

1.3 Imaginaires technologiques, arrière-plan intellectuel

L'opinion sur la technologie, composée de croyances et d'illusions, se forme en grande partie autour d'un discours dominant et d'une construction sociale.

Sans entrer dans le détail des débats philosophiques sur la technologie ou dans les controverses liées aux fantasmes transhumanistes, nous avons choisi quelques repères académiques éclairants :

Jacques Ellul : Le bluff technologique

Jacques Ellul (1912-1994), historien, sociologue et théologien français, a consacré l'essentiel de sa réflexion à l'impact des techniques sur les sociétés contemporaines. Il a notamment publié *La technique ou l'enjeu du siècle* (1954), *Le système technicien* (1977) et *le Bluff technologique* (1988).

Il s'attache à démystifier le discours sur les changements technologiques qui fleurissent dans notre société. Selon lui en effet, la technique se développe de manière autonome.

Écrivant avant l'explosion informatique et communicationnelle des années 1980, il en anticipe l'arrivée, les utopies et les déconvenues.



Plaidant pour une technique au service de l'homme contre une société qui asservit l'individu à une multiplicité de gadgets, il démonte avec minutie et conviction les arguments qui font du changement technologique une fatalité.

Raymond Kurzweil : La singularité technologique

Ray Kurzweil (1948 -), entrepreneur innovant, professeur au MIT, reprend et popularise l'hypothèse de la singularité technologique, selon laquelle l'invention de l'intelligence artificielle déclencherait un emballement de la croissance technologique qui induirait, à un moment clé situé vers 2030, des changements imprévisibles sur la société humaine.

Ses ouvrages *The Age of Intelligent Machines* (1990), *The Age of Spiritual Machines* (1999), *The Singularity Is Near* (2005) ont crédibilisé ses prédictions.

En 2008, Ray Kurzweil a cofondé la Singularity University, notamment financée par Google, qui vise, selon son slogan, à « éduquer, inspirer et responsabiliser les leaders afin qu'ils appliquent des technologies exponentielles pour répondre aux grands défis de l'humanité ».

Pierre Musso : Les imaginaires technologiques

Pierre Musso (1950-), philosophe français, professeur en Sciences de l'information et de la communication à Télécom ParisTech, étudie les imaginaires et les représentations sociales des techniques de l'information et de la communication. Il associe avec pertinence le mot « innovation » aux sciences et aux techniques ; le « concept technologique » devient naturellement une conséquence des deux premiers.

Il pointe notamment une vingtaine de mythes sous-jacents à l'innovation scientifique et technique tel que le mythe de Gygès qui consiste à voir sans être vu (exemples des drones) et le mythe de Babel ou la recherche de langages ou de bibliothèques universels (exemple de Wikipédia).

Il souligne que si la production technologique est toujours plus rapide et foisonnante, l'évolution des usages est beaucoup plus lente, et la temporalité des mythes technologiques s'inscrit elle, dans la très longue durée¹.

Michel Puech : L'éthique de la technologie ordinaire

Michel Puech (1960-), philosophe français, maître de conférences à l'Université Paris-Sorbonne, publie en 2016, *The Ethics of Ordinary Technology*.

Il remarque que lorsque nous pensons « technologie », nous pensons spontanément à des réalisations extraordinaires, dignes de scénarios de science-fiction ou de fantasmes d'ingénieurs (colonisation d'exoplanètes ou apocalypse nucléaire). Or, la technologie fait désormais partie intégrante de notre vie quotidienne : Michel Puech explore alors le possible lien entre amour de la vie et amour des technologies, ainsi que celui entre la méfiance envers les technologies et la crainte envers la vie.

	technophile	technophobe
biophile	humanisme rénové 😊	biocentrisme
biophobe	trans-humanisme	⊗ diverses idéologies

Il conclut sur l'importance de la confiance en soi et sur l'idée d'une éthique pratique : le sage pratique la technologie au quotidien.

¹ Pierre Musso associe avec pertinence le mot « innovation » aux sciences et aux techniques, le « concept technologique » devient naturellement une conséquence des deux premiers.

1.4 Reconnaissance institutionnelle : l'Académie des technologies

Créée en 2000 et devenue Établissement Public Administratif en 2006, l'Académie des technologies a pour mission de conduire des réflexions, formuler des propositions et émettre des avis sur les questions relatives aux technologies et à leur interaction avec la société.

Sciences et technologies, condescendance ?

TEMOIGNAGE DE ROLAND VARDANEGA,
DELEGUE A LA COMMUNICATION DE L'ACADÉMIE DES TECHNOLOGIES

Sans entrer dans le débat de fond sur la dialectique entre sciences et technique, Roland Vardanega note avec malice qu'il s'est déroulé plus de trois siècles entre la création de l'Académie des sciences (1666) et celle de l'Académie des technologies. Ce décalage accrédite l'idée, ancrée dans nos schémas de pensée, que la science précède la technologie de même que la théorie précède son application pratique, induisant une sorte de préséance implicite². Mais est-ce vraiment le cas dans la réalité historique ? On relèvera de nombreux exemples où l'invention (d'un dispositif technologique) a précédé la découverte (d'une loi scientifique). C'est notamment le cas pour les instruments d'observation et de mesure (lunette, microscope, ...), ou encore pour la machine à vapeur, dont l'invention a précédé la théorisation par Carnot de la thermodynamique. Pourtant, dans les représentations françaises, les sciences gardent indéniablement un prestige supérieur aux technologies.

Cette création consacre en France l'emploi du mot technologie au pluriel. On note dans sa plaquette :

- « L'Académie des technologies intègre pleinement dans ses réflexions l'impact des technologies sur l'économie et l'emploi — en particulier les technologies numériques : robotique, big data, Intelligence artificielle. »
- « L'Académie émet des propositions et des recommandations auprès des pouvoirs publics et des acteurs socio-économiques pour une meilleure exploitation des technologies au service de l'homme. »
- « Les technologies sont plus que jamais indispensables pour lutter contre le réchauffement climatique et préserver la biodiversité. »

Mais on remarquera que l'emploi du singulier subsiste parfois :

- « Promouvoir l'enseignement de la technologie »
- « Répondre aux questions d'intérêt national, où la technologie joue un rôle majeur »,

L'Académie des technologies a quelques équivalents dans le monde, comme par exemple, la National Academy of Engineering aux États-Unis, créée en 1964, la Royal Academy of Engineering au Royaume-Uni (1976), l'Académie suisse des sciences techniques (1981) ou encore la Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (depuis 2002). D'une manière ou d'une autre, ces institutions procèdent des académies des sciences. On notera également la création en 2008 de l'Institut européen d'innovation et de technologie (EIT, European Institute of Innovation and Technology en anglais) facilitateur d'innovation en Europe, à travers le financement de communautés de connaissance et d'innovation (KICs, *Knowledge and Innovation Communities*) composées de réseaux triangulaires : universités, entreprises et instituts de recherche travaillent ensemble autour de projets et financent eux-mêmes des entrepreneurs et innovateurs.

² Cette préséance est parfois relayée par ceux-là même qui pourtant se font les défenseurs et promoteurs de la technologie. Ainsi, Guy Deniérou, fondateur de l'Université de Technologie de Compiègne, écrit : « La technologie ? C'est le nom que prend la science quand elle a pour objet les produits et les procédés de l'industrie humaine. »

L'Académie des technologies est notamment à l'origine d'un travail conduit en 2011 sous la direction de Philippe Varin visant à identifier les technologies stratégiques pour la compétitivité des entreprises françaises à moyen terme. Cette étude mise à jour tous les cinq ans par le ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique définit de fait **un référentiel avec la sélection de 47 technologies-clés**.

	
1 Matériaux avancés et actifs	23 Batteries électrochimiques de nouvelle génération
2 Capteurs	24 Carburants de synthèse
3 Valorisation et intelligence des données massives	25 Technologies de l'hydrogène
4 Modélisation, simulation et ingénierie numérique	26 Ingénierie génomique
5 Internet des objets	27 Solutions innovantes de protection et de stimulation des végétaux
6 Infrastructures de 5ème génération	28 Souches de probiotiques pour la biopréservation et la nutrition
7 Systèmes embarqués et distribués, sécurisés et sûrs	29 Ingénierie tissulaire et cellulaire
8 Procédés relatifs à la chimie verte	30 Nouvelles modalités d'immunothérapie ...
9 Fabrication additive	31 Dispositifs bio-embarqués
10 Cobotique et humain augmenté	32 Technologies d'imagerie pour la santé
11 Intelligence artificielle	33 Exploitation numérique des données de santé
12 Robotique autonome	34 Authentification forte
13 Communications sécurisées	35 Gestion intelligente de l'eau
14 Technologies immersives	36 Technologies de diagnostic rapide (eau, air, sol)
15 Procédés relatifs à la chimie du pétrole	37 Traitement des sols pollués
16 Recyclage des métaux critiques et terres rares	38 Systèmes de rénovation du bâti existant ..
17 Microfluidique	39 Systèmes constructifs à haute qualité environnementale pour le neuf
18 Métaomique	40 Systèmes énergétiques intégrés à l'échelle du bâtiment
19 Analyse comportementale	41 Technologies de récupération de chaleur à basse température
20 Nouvelles intégrations matériel-logiciel ..	42 Solaire photovoltaïque
21 Supercalculateurs	43 Énergies éoliennes
22 Réseaux électriques intelligents	44 Technologies pour l'énergie nucléaire
	45 Technologies pour la propulsion
	46 Nanoélectronique
	47 Technologies de conception de contenus et d'expériences

Nous nous proposons dans ce rapport de retenir ce référentiel, repris à l'échelon européen, pour caractériser le champ des technologies aujourd'hui pertinentes.

2. Nouvelles acceptions et nouveaux usages du vocable « technologie(s) »



technologie
nom féminin
(grec *tekhnologia*)

Définitions

Étude des outils, des machines, des procédés et des méthodes employés dans les diverses branches de l'industrie.

Ensemble des outils et des matériels utilisés dans l'artisanat et dans l'industrie.

Ensemble cohérent de savoirs et de pratiques dans un certain domaine technique, fondé sur des principes scientifiques.

Théorie générale des techniques.

Le terme « Technologie », rappelle Roland Vardanega, apparaît pour la première fois en 1656 dans « *Technologie allemande et française* » de Johann Michael Moscherosch : il recouvre alors « l'ensemble des termes techniques propres aux arts et sciences ». Il sera ensuite semble-t-il employé pour la première fois en français par André-Marie Ampère en 1834 dans son *Essai sur la philosophie des sciences*, et fera son apparition dans le dictionnaire de l'Académie Française en 1835 (le mot « technique » y avait été défini en 1762).

2.1 Quelques considérations sémantiques

Technologie/Technique

De par son étymologie, le mot technologie deviendra progressivement au XIX^e siècle la théorie générale des techniques, ou encore l'étude critique de l'ensemble des savoirs et des procédés techniques. La technologie se veut donc théorique (les Arts, les règles et les méthodes pour bien faire un ouvrage) quand la technique se veut pratique (les Métiers, l'usage de ces règles pour réaliser l'ouvrage).

Or, on tend actuellement à confondre l'objet et la théorie afférente. Et l'on constate un glissement de l'emploi du terme technologie pour désigner une technique, de manière analogue à l'emploi abusif du terme méthodologie pour désigner une simple méthode, ou du terme pathologie pour désigner la maladie elle-même.

Technologie/Technologies

La notion de technologie en tant que savoir constitué sur la technique s'accommode mal du pluriel. Pourtant, l'accélération du progrès scientifique et technique et la place grandissante de l'innovation dans notre société expliquent certainement son emploi actuel dans le langage courant. Il est désormais établi que les nouvelles technologies (NBIC par exemple) bouleversent notre société dans des secteurs aussi différents que la médecine, la finance ou l'enseignement. Inversement, le mot technologie au singulier, semble recouvrir un domaine plus étroit, moins d'actualité et moins valorisé.

En France, il fait plutôt référence à un domaine enseigné dans le cycle secondaire (*cf. infra*). Quant à l'usage de sa version tronquée « techno » (s'appuyer sur une techno de pointe, une entreprise techno), il s'emploie surtout sous la forme « la techno », qui renvoie à une matière scolaire, là encore présentée de manière dévalorisée, ou, plus souvent, à la musique techno.

Technology/Technologie

L'emploi courant du terme *technology* en anglais semble plus ancien qu'en français, comme en témoigne la création en 1861 du Massachusetts Institute of Technology (MIT), alors même que le mot français n'existait dans le Dictionnaire de l'Académie Française que depuis 26 ans. Dans une acception plus pratique que théorique, le mot *technology* est utilisé dans le monde anglo-saxon pour parler d'un domaine technique ou d'une technique complexe, faisant appel aux derniers progrès de la science. Depuis une vingtaine d'années, suivant l'influence américaine, ce type d'usage s'est répandu en français dans des expressions (aujourd'hui désuètes) telles que « Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication » (NTIC) ou au travers de mots composés comme biotechnologie ou nanotechnologie.

L'influence américaine peut également générer une certaine confusion : L'envahissement de l'*Information Technology* (« Software is eating the world ») amène à utiliser très couramment l'abréviation « IT », alors que nous disposons depuis longtemps d'un mot court et très pertinent : « informatique³ ».

³ En anglais, « informatics » fait référence aux technologies de traitement des données massives. Il semble que « data science » lui ait peu à peu été substitué.

Sciences & Techniques / Technosciences

Le néologisme « technoscience » a été proposé pour rendre compte de l'idée que « sciences » et « techniques » viendraient à se confondre depuis le XIX^e siècle. En effet, la distinction entre savoir et faire, entre connaissance et mise en application, entre science et industrie, est complexe. Et d'autant plus complexe du fait de l'accélération de l'innovation et de l'intrication croissante entre découverte scientifique et application industrielle.

Toutefois, délaissé par les scientifiques et les ingénieurs, ce mot-valise n'éclaire pas vraiment les rapports entre sciences et techniques.

Finalement, le terme « technologies », dans son acception large, couvre aujourd'hui ce champ très porteur de l'innovation, à la charnière entre sciences et techniques.

Technology/Tech

Le vocable « tech » a été longtemps associé à l'expression « high-tech », forme tronquée de l'expression anglaise *high technology*, c'est-à-dire technologie avancée, de pointe. Aux États-Unis, l'expression *high tech* (ou *high-tech*, parfois aussi orthographiée *hi-tech*) s'est d'abord répandue dans les années 1970 dans le domaine de l'architecture, du design et du mobilier pour qualifier un style intégrant des éléments et matériaux initialement destinés à un usage industriel.

Le terme *high-tech* a ensuite dans les années 1980 plutôt désigné le secteur de l'électronique grand public bouleversé par un rythme rapide d'innovation avec l'importance grandissante des salons comme le CES à Las Vegas, l'IFA à Berlin, le CEATEC au Japon ou le KES en Corée.

Par ailleurs, dans le monde universitaire, « Tech » est utilisé comme abréviation, à l'instar de « Caltech » pour le California Institute of Technology ou « Georgia Tech » pour le Georgia Institute of Technology. En 1999, « ParisTech » est le nom pris par l'association de neuf écoles d'ingénieurs publiques créée à l'origine sous le nom de « Grandes écoles d'ingénieurs de Paris », dans le but explicite de rivaliser avec les grandes universités scientifiques et techniques au niveau mondial.

Plus récemment, le mot « Tech » connaît une vogue particulière dans le monde institutionnel français pour qualifier les initiatives d'encouragement à l'innovation, en particulier dans le monde entrepreneurial et digital des startups :

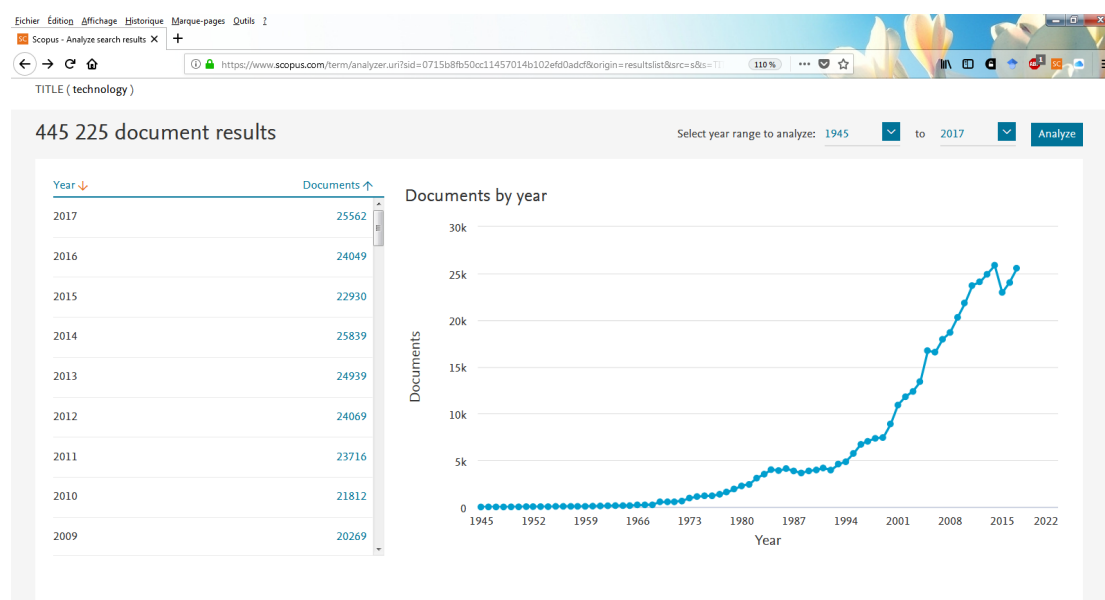
- « La French Tech » est, depuis 2014, le label français attribué aux écosystèmes de startups, ainsi qu'une marque utilisable par les entreprises innovantes françaises.
- « Viva Tech », diminutif de Viva Technology, est un salon créé en 2016 par Les Echos et Publicis et consacré à l'innovation technologique et aux start-ups.
- « Noël de la Tech » est une exposition coorganisée depuis 2017 par la Cité des sciences et de l'industrie et l'Agence du Numérique.
- « Tech for good » est le nom d'un sommet organisé par le Président de la République en 2018 pour renforcer l'attractivité de la France dans le numérique.

2.2 Une présence croissante mais récente dans les publications scientifiques

Une recherche dans la base de données bibliographique Scopus montre une première occurrence du terme « technology » dans les publications scientifiques en 1829 dans le *Journal of the Franklin Institute*, à travers une recension de l'ouvrage de Jacob Bigelow, *Elements of Technology*. La deuxième occurrence intervient en 1848, dans le même journal, avec à nouveau une recension d'ouvrage, cette fois-ci, *Chemical technology, or chemistry applied to the arts and manufactures*, de Friedrich Ludwig Knapp. Le premier article scientifique à proprement parler dont le titre comprend le terme « Technology » sera publié dans *Nature* en 1872 (« Examinations in technology »).

On observe ensuite 3 à 4 occurrences du terme par an de 1872 à 1919, puis une quinzaine d'occurrences par an de 1920 à 1945.

C'est réellement à partir des années 1970 que l'usage du terme se généralise.



Le mot « technology » est surtout présent dans les revues de mécanique et mécanique appliquée, mais les revues portant sur l'informatique et le numérique comportent de plus en plus d'articles mobilisant ce terme dans leur titre à partir des années 2000, signe de son importance sociale⁴.

⁴ On connaît parallèlement une inflation du nombre d'articles scientifiques publiés, ce qui pourrait relativiser cette conclusion. Pour autant, le fait que ce terme soit de plus en plus présent (alors qu'il ne l'était pas jusqu'aux années 1960) laisse penser qu'il a acquis une légitimité sur un plan scientifique.

3. Communication et effets d'image de la technologie dans le secteur de l'éducation et de la recherche

3.1 L'éducation technologique en France

L'enseignement de la technologie en France a subi en France les mêmes préjugés que ceux que nous évoquions précédemment vis-à-vis des filières scientifiques, jugées plus nobles. Ainsi, si des filières professionnelles, techniques, existaient institutionnellement depuis 1911 (avec la création du Certificat d'Aptitude Professionnelle) et 1912 (fondation de l'École normale de l'enseignement technique⁵, installée d'ailleurs jusqu'en 1956 dans les locaux de l'École nationale supérieure d'Arts et Métiers), il faut attendre 1966 pour qu'apparaissent les Instituts Universitaires de Technologie, 1968 pour que soient créés les baccalauréats technologiques, 1972 pour que la première Université de Technologie⁶ soit créée à Compiègne, et 1973 pour qu'ouvre la première agrégation dans une discipline technologique (en génie civil, largement grâce à Yves Malier, qui deviendra plus tard Directeur de l'École Normale Supérieure de Cachan).

Paradoxalement, si la majorité des bacheliers est aujourd'hui issue de baccalauréats professionnels ou technologiques, ces formations restent considérées comme étant d'un niveau inférieur aux filières générales. En 1992, puis en 2014, des réformes successives ont tenté de rénover les filières technologiques, en substituant à des dénominations claires (par exemple : construction mécanique, génie civil...) des titres qui ont eu pour conséquence de brouiller la lisibilité des parcours (par exemple : Sciences et Technologies de l'industrie et du développement durable), ou qui ont opéré un glissement entre techniques et technologies (par exemple, les séries Techniques administratives, Techniques quantitatives de gestion, Techniques commerciales sont devenues Sciences et Technologies du Management et de la Gestion). Cette volonté de valorisation, pour bien intentionnée qu'elle soit, aboutit à diluer ce que recouvre la technologie. Si l'on regarde d'ailleurs plus généralement les brochures de l'ONISEP, on s'aperçoit que ce mot est souvent ajouté à l'intitulé d'une formation pour simplement signifier son caractère scientifique.

Ces considérations mitigées sur l'attractivité de la technologie dans l'enseignement se retrouvent d'ailleurs dans les résultats d'un sondage OpinionWay pour Arts & Métiers ParisTech, mené annuellement auprès de 500 lycées de série S ou technologique. Alors que l'on pourrait s'attendre à ce que ces lycéens expriment une attraction pour la technologie, l'on s'aperçoit que les résultats sont en demi-teinte, comme en témoignent les deux graphiques ci-dessous : une faible majorité déclare son souhait de travailler dans le champ de la technologie, et la tendance semble aller vers une baisse.

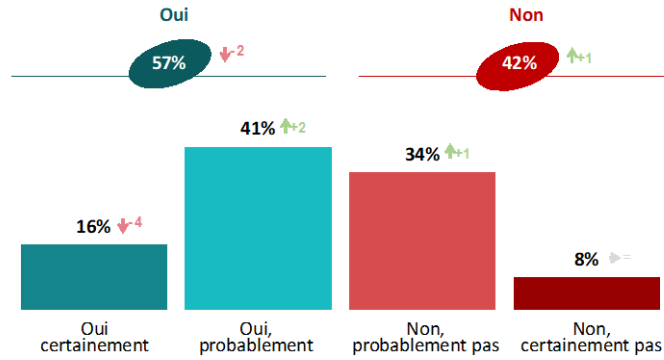
⁵ Cette école sera ensuite nommée École Normale Supérieure de l'Enseignement Technique en 1922, puis École Normale Supérieure de Cachan en 1985, et enfin École Normale Supérieure Paris-Saclay en 2016.

⁶ On notera d'ailleurs avec intérêt que le projet des Universités de Technologie était d'emblée d'associer sciences pour l'ingénieur et sciences humaines et sociales, ce qui se traduira en 2012 par l'ouverture à l'Université de Technologie de Compiègne d'une section « Humanités et Technologie ».



La volonté de travailler dans la filière technologique

Q. Vous-même, aimeriez-vous travailler dans la filière technologique ?

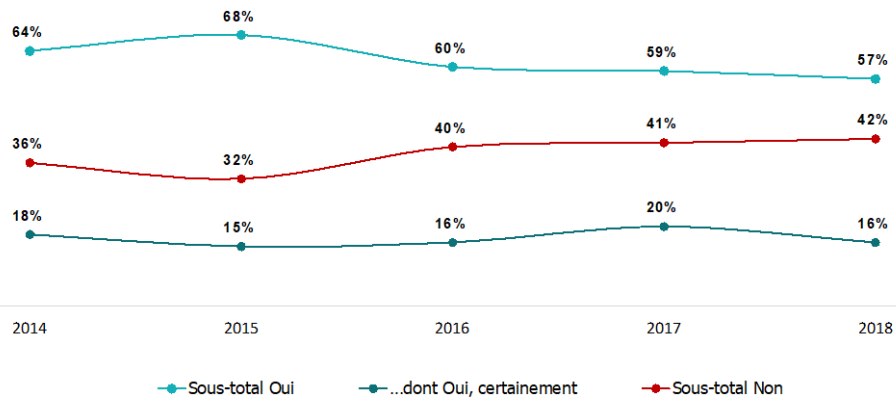


↑ ↓ = Evolutions 2018/2017



La volonté de travailler dans la filière technologique

Q. Vous-même, aimeriez-vous travailler dans la filière technologique ?

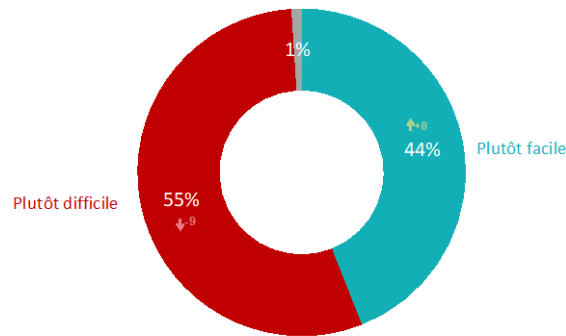


Cette tendance pourrait s'expliquer en première analyse par la croyance, observée chez les lycéens en 2018, selon laquelle il serait difficile de trouver un emploi dans le champ de la technologie, ainsi qu'en témoigne la figure suivante.



La facilité pour un jeune de trouver un emploi dans la filière technologique en France

Q. Trouver un emploi dans la filière technologique en France, pour un jeune, c'est aujourd'hui selon vous... ?



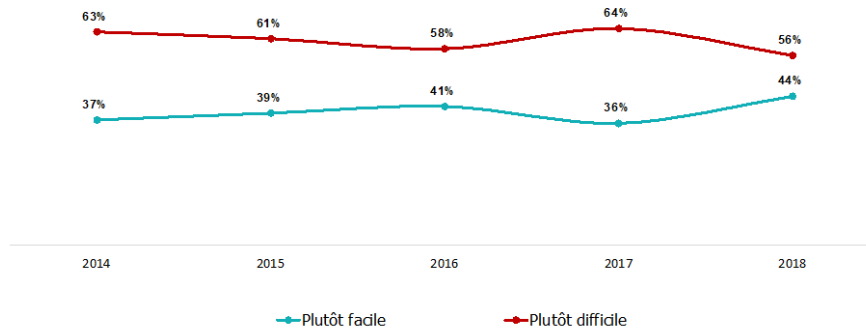
Evolution 2018/2017

Toutefois, il convient de nuancer cette vision : en tendance sur plusieurs années (à l'exception d'un creux en 2017), une proportion toujours plus importante de lycéens tend à penser qu'il peut leur être facile de trouver un emploi dans le champ de la technologie. On ne peut donc que s'interroger sur la discordance entre la diminution du souhait de travailler dans ce champ, alors même qu'il semble de plus en plus facile d'y trouver un emploi.



La facilité pour un jeune de trouver un emploi dans la filière technologique en France

Q. Trouver un emploi dans la filière technologique en France, pour un jeune, c'est aujourd'hui selon vous... ?



L'explication est sans doute à rechercher dans la diminution du lien entre monde industriel et éducation. Comme le rappelle Yves Malier dans une interview pour Arts & Métiers TV, les enseignants des disciplines techniques dans les lycées professionnels et à l'ENSAM étaient largement issus de l'entreprise : souvent, à mi-carrière, ils basculaient dans le monde académique, apportant ainsi une expertise de terrain. En particulier, nombre d'ingénieurs Arts & Métiers ont effectué leur carrière au sein de la direction de l'enseignement technique, ou dans les lycées technologiques ou les écoles. Le passage à un recrutement d'enseignants issus de l'université par le biais des concours de l'enseignement secondaire ou des concours universitaires a sans aucun doute modifié le rapport à l'industrie, et donc à la technologie.

3.2 Les dénominations des écoles, universités et centres de recherche à l'international

Il est intéressant de placer en perspective cette question de l'enseignement de la technologie avec des comparaisons internationales, afin de mettre en évidence des spécificités françaises significatives. Sans souci d'exhaustivité, on distingue des appellations très différentes suivant les pays⁷ :

- Les universités de technologie sont des établissements souvent de haut niveau, qui associent recherche et enseignement, et délivrent des doctorats en sciences pour l'ingénieur. La France n'utilise cette dénomination que pour 4 établissements : l'Université de technologie de Belfort-Montbéliard (UTBM), l'Université de technologie de Compiègne (UTC) et l'Université de technologie de Troyes (auxquels est également rattachée l'université de technologie sino-européenne de l'université de Shanghai, UTSEUS), sur le modèle, à mi-chemin entre universités et écoles d'ingénieur, de l'université Penn. L'Université de technologie en sciences des organisations et de la décision de Paris-Dauphine utilise aussi cette dénomination depuis 2004, sans faire pour autant partie du réseau des Universités de Technologie. Au total et sans minorer la qualité des institutions que nous venons d'évoquer, on observe que le terme « d'Université de Technologie », n'a pas vraiment connu de diffusion majeure en France.
- La deuxième dénomination que l'on peut rencontrer associe Sciences et Technologie, Comme s'il était nécessaire de donner une légitimité à cette dernière, à l'image de ce que nous avons pu développer sur un plan sémantique. Cette appellation est très prégnante en Asie, notamment en Chine. En France, depuis notamment les fusions d'universités, on retrouve cette dénomination souvent à l'échelle des composantes, comme par exemple pour la faculté des sciences et technologies de Lille ou de Lyon.
- La dénomination « Université Technique » est absente du paysage français, contrairement à ce que l'on peut observer en Autriche, au Danemark, en Suisse, en Allemagne ou en Russie, où ces institutions sont pourtant extrêmement prestigieuses. L'usage du terme « technique » accolé à une université peut sembler paradoxal au regard de ce que nous avons là encore évoqué plus haut. Il reflète fréquemment un héritage historique.
- Le terme « polytechnique », utilisé seul ou associé suivant les cas à « Institut », « École », ou « Université », est extrêmement versatile : dans la tradition britannique, il est associé à des études courtes, alors qu'il peut aussi s'appliquer ailleurs à des établissements prestigieux.
- La dénomination « Institut de Technologie » est tout aussi versatile : alors que les établissements américains, allemands, suédois, indiens sont à la pointe de la recherche et de l'enseignement, les IUT français ou les Instituts supérieurs des études technologiques tunisiens ne délivrent que des diplômes au maximum de niveau licence.
- Enfin, de nombreuses écoles de sciences appliquées ou écoles techniques sont elles aussi au niveau *undergraduate* à l'échelle internationale, alors que les Instituts Nationaux des Sciences Appliquées sont en France des établissements délivrant des diplômes de master et de doctorat.

⁷ Nous nous sommes efforcés d'adopter des traductions les plus génériques possibles, négligeant notamment les mentions « National-e » ou « Supérieur-e » fréquemment rencontrées.

	Université de Technologie	Université de Science et Technologie	Université Technique	(Institut ou École ou Université) Polytechnique	Institut de technologie	École de sciences appliquées (<i>Fachhochschule</i>) Écoles techniques
<i>Undergraduate</i> (2 ou 3 ans d'études)				Australie Canada Inde Pakistan Portugal Royaume-Uni	France (IUT) Tunisie	Autriche Australie Finlande Pays-Bas RFA Suisse USA
<i>Graduate</i> (Délivrance de masters/ doctorats)	Australie Autriche Brésil Finlande France Iran Japon Pays-Bas RFA Suède	Algérie Bangladesh Chine Corée France Pakistan Russie	Autriche Danemark RFA Russie Suisse	Canada France Espagne Italie Pologne Russie Suisse USA	Allemagne Canada Inde Italie Japon Pakistan Suède USA	France (INSA)

Cette comparaison laisse ainsi apparaître un paradoxe français quant à la vision de la technologie qu'elle reflète : pour la légitimer, il faut fréquemment lui accoler la science ; à défaut, l'on préfère une vision poly-technicienne. Et, à l'exception des universités de technologie qui restent marginales, les instituts de technologie, contrairement à la pratique internationale, restent cantonnés aux premiers niveaux de formation universitaire. *A contrario*, les Instituts Nationaux des Sciences Appliquées correspondent partout dans le monde à des cursus de premier cycle, alors qu'ils correspondent en France à des diplômes d'ingénieur, de niveau master.

On peut également souligner que parmi les 207 écoles d'ingénieurs accrédités par la Commission des Titres d'Ingénieurs au premier septembre 2017, l'usage du mot technologie ou de ses dérivés reste minoritaire, comme en témoigne le tableau suivant :

Terme employé dans le nom de l'école, le diplôme ou le nom de marque	Occurrences
Technologie	10 (dont 1 biotechnologies)
Tech (hors Polytech)	10 (dont 8 ParisTech)
Technique	10 (dont 1 microtechnique, 1 électrotechnique)
Polytechnique (dont Polytech)	20

Il convient d'ajouter à ce décompte la vingtaine d'Instituts des techniques d'ingénieur de l'industrie (ITII) qui coordonnent la mise en place de formations par apprentissage. On observe également que 46 écoles d'ingénieurs incluent, justement, le terme « ingénieur » ou « ingénierie » dans leur nom ou leur diplôme⁸.

⁸ On peut observer, à l'échelle internationale, que l'appellation « school of engineering » ou ses dérivés correspond à la pratique française, même si souvent le diplôme d'ingénieur en tant que tel n'est pas nécessairement de niveau master.

MIT référence mondiale ?



Le Massachusetts Institute of Technology de Boston a été fondé en 1861 avec quatre principes : la valeur éducative de connaissances utiles, la nécessité du **learning by doing**, l'intégration professionnelle et l'enseignement des arts libéraux au niveau du baccalauréat (équivalent anglo-saxon de la licence). Le MIT a été un pionnier dans le recours à l'instruction de laboratoire. Au départ école d'architecture, le MIT devient rapidement pluridisciplinaire.

Il édite la Technology Review, une revue scientifique consacrée aux sciences de l'ingénieur et à l'innovation.

Le MIT a annoncé en octobre 2018 un investissement sans précédent dans l'informatique et l'intelligence artificielle.

Le MIT entretient la culture « learning by doing » et communique sur ses « Fab Lab » .



L'université de Karlsruhe fut fondée en 1825 sous le nom d'École Polytechnique de Karlsruhe, à l'image de l'École Polytechnique de Paris.

Le 1^{er} octobre 2009, l'université de Karlsruhe est devenue légalement le Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Le nom de l'Institut de technologie de Karlsruhe (KIT) s'inspire ouvertement du Massachusetts Institute of Technology (MIT)

4. Des opportunités pour les Arts & Métiers

4.1 Positionnement actuel des étudiants et des Alumni Arts & Métiers sur le champ des technologies-clés

Afin de mettre en relation le positionnement d'Arts & Métiers avec les technologies clés, nous avons mené un sondage auprès d'une trentaine d'étudiants de 3^e année sur les technologies dans lesquelles ils se sentent capables de travailler et celles dans lesquelles ils souhaiteraient travailler. Si l'on s'intéresse aux 3 technologies les plus cités, on obtient les résultats suivants :

Rang	Capacité à travailler avec l'une des technologies	Envie de travailler dans l'une de ces technologies	Présence des ingénieurs A&M
1	Modélisation, simulation et ingénierie numérique	Intelligence Artificielle (IA)	Fabrication additive
2	Fabrication additive	Valorisation et intelligence des données massives	Cobotique et humain augmenté - Robotique autonome - Technologies pour l'énergie nucléaire - Technologies pour la propulsion
3	Capteurs	Internet des objets	Modélisation, simulation et ingénierie numérique

Le classement est divergent. Toutefois, si l'on reprend les éléments développés dans le positionnement de la recherche aux Arts & Métiers, on peut apercevoir une certaine cohérence : l'IA et les données massives sont en relation avec la modélisation, alors que les capteurs le sont avec l'internet des objets. De fait, ces éléments préliminaires semblent indiquer que la formation reçue aux Arts & Métiers peut permettre aux étudiants de s'insérer dans des champs technologiques innovants, dans la logique pédagogique que nous avons mise en évidence plus haut.

Par ailleurs, nous avons cherché à évaluer, avec les Présidents de Groupes Professionnels, dans quelle mesure les ingénieurs Arts & Métiers sont amenés, dans leur parcours professionnel, à acquérir et à développer une expertise dans ces technologies.

Chacune des 47 technologies a été évaluée selon 4 niveaux :

- *Très nombreux ingénieurs Arts & Métiers évoluant dans ce secteur dont certains à des postes-clés contribuant activement au développement de cette technologie*
- *Présence significative de nombreux ingénieurs Arts & Métiers impliqués directement ou indirectement dans le développement ou la mise en œuvre de cette technologie*
- *Présence avérée d'ingénieurs Arts & Métiers ayant un savoir-faire remarquable ou un rôle important dans la mise en œuvre de cette technologie*
- *Présence marginale d'ingénieurs Arts & Métiers ayant un impact significatif dans cette technologie ou absence totale.*

Les résultats sont les suivants :

Total technologies-clés	Nombreux ingénieurs Arts & Métiers avec des rôles clés	Présence significative d'ingénieurs Arts & Métiers	Présence avérée d'ingénieurs Arts & Métiers	Présence marginale d'ingénieurs Arts & Métiers
47	8	13	17	9

Selon cette première évaluation, il ressort donc que :

- La communauté Arts & Métiers est présente sur 80% des technologies (38 sur 47) : seules 9 technologies sur 47 sont l'objet d'une présence marginale des ingénieurs Arts & Métiers. Et ce, malgré l'arrivée dans la liste de nouvelles technologies-clés très orientées sur les biotechnologies et le pur digital,
- Sur près de la moitié des technologies (21 sur 47), on note une présence au moins significative des ingénieurs Arts & Métiers.

Cela accrédite l'idée que la communauté des ingénieurs Arts & Métiers peut revendiquer assez franchement un rôle de leader, ou du moins d'acteur incontournable, sur le sujet des technologies dans leur ensemble (et non seulement sur telle ou telle famille de technologies).

4.2 Légitimité de l'École sur la (les) technologies(s)

Arts & Métiers est historiquement la première école technologique en France. Ceci se retrouve aujourd'hui à la fois dans la pédagogie (le cursus d'ingénieur a d'ailleurs été nommé FITE : « Formation d'Ingénieur Technologue » pendant une quinzaine d'années, avant de devenir récemment le Programme Grande École Arts et Métiers ParisTech) et dans la recherche menée à l'École.

En matière de recherche, Arts & Métiers est présent sur 24 des 47 technologies-clés qui constituent notre référentiel (avec 2 technologies dans le cœur de métier de l'École, la fabrication additive et les matériaux avancés et actifs).

En matière d'enseignement, 19 des 47 technologies-clés font l'objet de cours. Cette diversité est sans doute unique à l'échelle des établissements français, et est le reflet d'une volonté constante de leadership, même si le champ des technologies s'est aujourd'hui étendu.

En outre, on observe une corrélation importante entre les domaines de recherche et d'enseignement, ce qui était attendu, mais témoigne aussi d'un réel transfert entre ces deux champs. Ceci renvoie à la nature même de l'enseignement de la technologie, qui se rapproche d'une démarche de recherche : par opposition à l'enseignement de la technique, qui correspond à l'apprentissage heuristique de la reproduction d'un geste ou d'une méthode, enseigner la technologie revient à transmettre une démarche réflexive, qui passe par l'identification d'un contexte et d'un besoin, l'analyse des solutions existantes, le développement d'une réponse et le test de ses résultats. Tout l'enjeu, dans une telle école qui forme des ingénieurs ancrés dans le concret, est d'arriver à passer d'une reproduction du geste, que les traditions de l'école ont d'ailleurs tendance à encourager, à une reproduction de la pratique, pour déboucher sur l'innovation.

On pourrait penser que le nombre inférieur de technologies dans lesquels une formation est assurée est un handicap, d'autant plus qu'aucune technologie n'a de présence importante dans les cursus. Il faut toutefois comprendre que la formation de l'ingénieur Arts & Métiers a pour but de faire en sorte qu'il puisse avoir disposer de capacités fondamentales sans avoir peur des technologies. En effet, pour qu'un ingénieur soit capable d'une innovation, il importe, soit qu'il dispose d'un répertoire de solutions suffisant pour pouvoir optimiser l'existant dans une démarche de résolution de problème, soit qu'il puisse, sur la base de ses connaissances, de proposer des changements radicaux. Dans cette dernière perspective, qui est celle de l'innovation de rupture, il n'est pas nécessaire, voire peut être néfaste, de vouloir connaître toutes les technologies. On pourrait rapprocher cette démarche de la citation de John Coltrane sur le jazz : ce n'est qu'une fois que l'on a fait des heures et des heures de gammes que l'on est capable de tout oublier pour improviser.

Xavier Kestelyn, Directeur Général Adjoint en charge des Formations d'Arts & Métiers, a ainsi évoqué lors de l'entretien que nous avons eu avec lui un exemple raconté par un diplômé de l'École. Durant sa scolarité, cet ingénieur Arts & Métiers avait appris à souder, mais n'avait pas eu l'occasion de pratiquer le soudage depuis son diplôme. De nombreuses années plus tard, il a eu à faire face à une situation où l'assemblage de deux pièces par un robot ne fonctionnait pas. Il a pu observer que le robot avançait légèrement en zigzags. C'est en fait en se rappelant de ses propres difficultés durant sa scolarité et, plus généralement, à travers la notion de tolérancement, issue de son expérience, qu'il a pu poser son diagnostic. Tout l'enjeu est alors de savoir, sur un plan pédagogique, la relation entre l'espace d'expérience que l'on crée et les compétences que l'on vise.

Ceci renvoie dans une certaine mesure à la spécificité de l'École par rapport à d'autres institutions comparables, dans l'intelligence de la pratique qui caractérise l'ingénieur Arts & Métiers. Il est à ce titre intéressant d'observer que le nom même de l'école renvoie à la fois à une vision presque archaïque (l'école a été créée après tout en 1780, avant le développement de la révolution industrielle en France), et à une perspective post-moderne, où prime l'importance du métier (comme en témoigne le discours récurrent du « recentrage sur le cœur de métier »). Il est signifiant qu'à l'inverse, l'École Centrale des Arts et Manufactures (par opposition aux Métiers) ait été créée en 1829, alors que le secteur industriel émergeait en France. Cette différence se retrouve dans la pédagogie : l'ingénieur Arts & Métiers se place dans un continuum entre théorie et pratique, l'ingénieur centralien se positionne dans une logique de séparation entre l'exécution et le savoir, initialement de façon pré-taylorienne.

On retrouve cette même logique à l'œuvre dans le programme de recherche d'Arts & Métiers, qui passe par des allers-retours permanents, dans une recherche nourrie par le concret, entre des verrous scientifiques et technologiques et des méthodes scientifiques pour y répondre. Ivan Iordanoff, Directeur Général Adjoint Recherche et Innovation d'Arts & Métiers, nous a ainsi cité l'exemple de la forge, où la volonté d'accélérer le processus a fait émerger le besoin de modèles numériques. En retour, des travaux théoriques et de nouveaux algorithmes ont trouvé un terrain d'application qui a permis de les améliorer. C'est cette fertilisation croisée qui permet la levée de verrous scientifiques dans des champs technologiques dont ne pense pas de prime abord qu'ils sont mobilisés par une recherche essentiellement orientée vers le génie mécanique, le génie énergétique et le génie industriel. Par exemple, les techniques d'intelligence artificielle permettent de développer de nouvelles réponses aux problèmes auxquels les chercheurs d'Arts & Métiers sont confrontés. Plus encore, des avancées technologiques, telles que la maquette numérique, fédèrent des communautés de recherche apparemment disjointes (par exemple la fabrication et la conception) ou renouvellent des champs, comme c'est le cas pour la fabrication additive qui remet la fonderie au goût du jour, par l'impression 3D de moules.

Il faudrait se demander comment conserver et prolonger cette spécificité et cette richesse au moment où les technologies de l'information envahissent le monde :

Comment la tradition généraliste et pragmatique de l'Ingénieur technologue Arts & Métiers pourrait nourrir un nouveau positionnement fondé sur l'agilité à appréhender simultanément et efficacement le réel et le virtuel ?

En quoi les transversalités des technologies de l'industrie se voient renforcées par la transversalité apportée par les nouvelles technologies ?

4.3 Science-Technologie-Innovation et nouveaux enjeux pédagogiques

Le rapport entre science, technologie et innovation est particulièrement mis en jeu dans les processus de conception innovante qui caractérisent l'innovation de rupture. La formation des ingénieurs à ces processus est un enjeu stratégique pour une institution qui met les technologies au cœur de son positionnement. Et ce d'autant plus que cette innovation est au cœur des dynamiques de création de valeur de la grande transition numérique, environnementale et sociétale que nos sociétés traversent.

Toutefois l'innovation de rupture emprunte différentes facettes sans que l'on puisse la réduire à l'une d'entre elles en particulier. Comme le souligne un rapport récent⁹ de la commission des affaires européennes, l'innovation de rupture se différencie non seulement de la recherche, qui vise la seule découverte scientifique, mais également des développements qui, tout en comprenant une étape en aval de la découverte en vue de la fabrication d'un prototype et de sa commercialisation, n'emportent pas nécessairement une rupture. « L'innovation, c'est avant tout, le processus qui mène à la mise sur le marché de produits ou de services rencontrant un besoin, portée par des individus engagés dans une démarche entrepreneuriale. Tout en intégrant ces deux éléments, l'innovation de rupture les dépasse pour engendrer un bouleversement profond non seulement d'un service, d'un produit ou d'un procédé mais encore de son offre sur le marché et surtout de son usage. Ensuite, l'innovation de rupture « rompt une lignée technique » et ce faisant elle recompose le champ des technologies ».

En bref, l'innovation de rupture combine une rupture d'usage et une rupture de technologie. Elle invente à la fois un nouvel espace de marche et un nouveau champ technique au travers d'un processus d'apprentissage stratégique de développement de nouveaux concepts de produits et de services et de nouvelles connaissances scientifiques et techniques.

Ainsi au-delà du défi des connaissances à mobiliser et des syllabi à créer, l'innovation de rupture remet en question les modes pédagogiques classiques et oblige à réinventer les apprentissages. Comme l'écrit François Taddei, dans son ouvrage récent *Apprendre au XXI^e siècle* : « J'ai dû cesser de penser en ingénieur et apprendre à penser en chercheur. Le premier cherche une solution ; le second cherche la bonne question. Le premier se désole quand une expérience dysfonctionne ; le second s'en réjouit, dès lors que ce dysfonctionnement est inédit - cela signifie qu'il est en présence de nouveaux possibles, qu'il va pouvoir labourer de nouveaux champs du savoir. Malheureusement, apprendre à (se) poser des questions n'est pas la vertu première du système éducatif. »

François Taddei propose quatre pistes qui peuvent nourrir la réflexion de l'École :

- « Prendre conscience du choc que *les progrès de l'intelligence artificielle s'apprêtent à porter à nos façons de vivre, de travailler, de consommer, de vivre ensemble, d'interroger nos normes juridiques et [...] de bousculer nos normes éthiques.*
- Anticiper les risques. *Chaque fois qu'on invente une nouvelle manière de communiquer, de transférer de l'information, entre cellules ou entre êtres humains, on génère de nouveaux risques de manipulation de l'information.*
- Laisser les profs expérimenter. « *Sur le papier, les professeurs peuvent déjà adapter leurs enseignements mais combien peuvent réellement s'en emparer quand l'essentiel de leurs gestes sont contraints par les règlements et les programmes ?*
- Miser sur la R&D dans sciences de l'éducation et de l'apprentissage ».

A l'instar de l'informatique, l'innovation devient un champ transversal majeur. Cela implique non seulement un élargissement du champ de savoir mais surtout de nouvelles approches pédagogiques.

⁹ Rapport d'information déposé par la commission des affaires européennes sur la politique européenne en matière d'innovation de rupture, n° 1293, déposé(e) le jeudi 4 octobre 2018

CONCLUSIONS

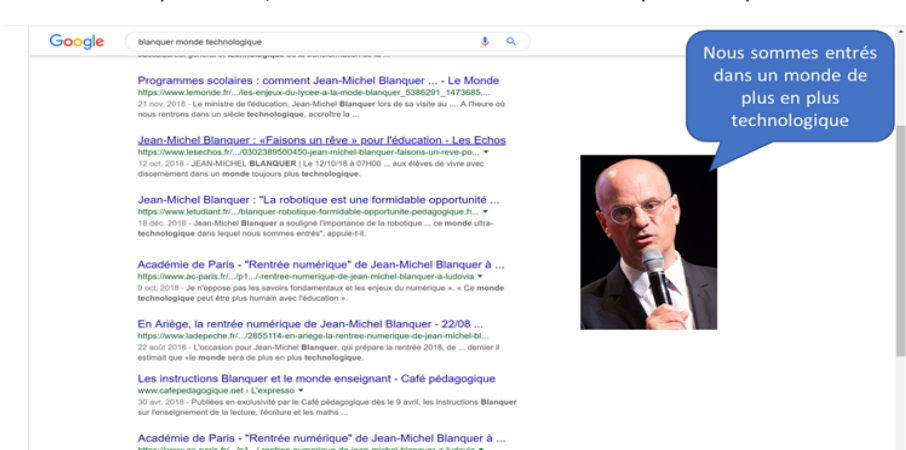
« Technologies », quel horizon pour les Arts & Métiers ?

En conclusion, au-delà des effets de mode, il ressort que l'attribut « technologie » apporte un avantage à la communauté Arts & Métiers qui pourrait l'associer plus durablement et plus explicitement à ses activités et à son image. En effet :

- La communauté Arts & Métiers dispose d'une légitimité historique dans le champ sémantique du mot technologie (formation technologique, filière technologique, ingénieur technologique...)
- Elle a gardé un leadership incontesté dans le champ des *technologies industrielles*, et en particulier des *technologies de production* (usinage rapide, fabrication additive, robots industriels, ...)
- Il faut être conscient que le champ d'acception du mot technologie s'est aujourd'hui considérablement élargi, bien au-delà du champ traditionnel de la communauté Arts & Métiers : il recouvre désormais communément des domaines comme ceux du numérique en général mais également ceux des innovations dans le domaine des sciences de la vie et des transformations sociétales. Pour autant, le présent rapport incite à penser que la communauté Arts & Métiers pourrait légitimement et avantageusement se prévaloir de ce champ des « technologies », étendu au-delà du champ strictement dit « industriel ».
- Aucun autre acteur de l'éducation en France n'occupe aussi fortement le champ des « technologies » ce qui ouvre l'opportunité d'un leadership affirmé d'Arts & Métiers sur ce thème. Cette prise de position nourrirait une ambition renouvelée et porteuse d'avenir. Une ambition qui s'inscrirait dans la grande tradition de l'Ingénieur Arts & Métiers, généraliste et humaniste.

EFFETS DE MODES ?

Eléments de langage :
Depuis 6 mois, le ministre de l'Éducation Nationale répète à chaque occasion :



The screenshot shows a Google search for "blanquer monde technologique". The search results list several articles from Le Monde, Les Echos, and other sources, all mentioning Jean-Michel Blanquer and the topic of technology in education. A blue speech bubble on the right side of the screenshot contains the text: "Nous sommes entrés dans un monde de plus en plus technologique".

Si ce constat était partagé, plusieurs pistes de réflexion pourraient s'ouvrir à la Communauté Arts & Métiers :

PISTE 1 : Ambition, champ d'activité

Vaut-il mieux affirmer et renforcer une position établie en France sur des thèmes classiques comme « l'industrie du futur » ou bien tenter d'élargir notre champ d'ambition, notre « territoire de marque » aux « technologies » en général ?

Dans ce dernier cas, comment cela influe-t-il sur l'enseignement de l'École, sur l'identité de la communauté ? Pour cela, faut-il créer (ou s'associer à) un vecteur médiatique, publication et/ou évènement, ayant vocation à devenir emblématique de notre ambition dans ce domaine élargi des « technologies » ?

PISTE 2 : Image, lisibilité internationale

Sans toutefois se soumettre passivement à l'hégémonie de la langue anglaise ou de la norme LMD, on peut se demander dans quelle mesure la communauté Arts & Métiers gagnerait en lisibilité et en attractivité par une référence plus systématique aux « technologies », et en ayant de fait moins recours aux mots français qui s'avèrent de faux amis avec l'anglais (*industry* signifie également et de plus en plus, filière ou secteur ; *engineer* qui signifie également mécanicien), voire qui sont moins lisibles ou dévalorisés (« Ingénieur/Docteur » et « Bachelor »).

En association avec la puissante marque historique « Arts & Métiers », une telle ambition pourrait se décliner selon des formules comme par exemple : « *Arts & Métiers, The French Institute of Technology* ».

PISTE 3 : Promesse, compétences et employabilité « technologique »

Un positionnement plus affirmé des Arts & Métiers sur le domaine des « technologies » implique certainement une clarification de la place des sciences de l'information et des données dans le cursus. S'agit-il d'enseignements à renforcer, de nouvelles matières ou de nouvelles approches ?

L'apprentissage de l'autonomie d'un futur diplômé en termes de programmation ou d'analyse de données n'est-il pas aujourd'hui devenu incontournable de manière analogue à l'apprentissage des langues ? Comme pour les langues étrangères il y a quelques décennies, dans quelle mesure faut-il faire évoluer les critères de sélection et ajuster la promesse de formation initiale et continue ? La promesse doit-elle se formuler ainsi : entrez dans le monde de ceux qui maîtrisent les technologies, la programmation, qui parlent couramment une ou plusieurs langue(s) technologique(s), qui ont développé une capacité d'apprentissage leur permettant de pratiquer et de s'actualiser en permanence ? Cette interrogation mérite d'être étendue à l'ensemble du champ des technologies ouvert par la convergence NBIC et sur le besoin de dispenser plus largement des enseignements portant sur des matières telles que les systèmes complexes ou la biologie.

PISTE 4 : Pédagogie, communauté, dimension humaine

Vers un nouveau package savoirs fondamentaux/humanités numériques/soft skills ? La digitalisation du travail et l'arrivée de l'intelligence artificielle renforcent et modifient le besoin de « soft skills » de l'ingénieur, de compétences telles que la créativité, l'esprit critique et la capacité à travailler en groupe. Plus généralement, l'héritage historique et la réalité d'une communauté active rendrait crédible un positionnement Arts & Métiers sur une nouvelle offre, un nouvel équilibre entre agilité technologique et conscience humaniste. Avec des questions à se poser sur la place des humanités numériques dans le cursus Arts & Métiers, la place de l'apprentissage de l'exercice de responsabilités, de la sensibilisation à l'éthique, et le rôle de la communauté. Cette mutation transforme profondément les modes d'apprentissage des sciences et des technologies. Quel renouvellement des méthodes pédagogiques ? quels dispositifs d'expérimentation et de formation pour nos enseignants ? Quel juste équilibre entre recherche, enseignement et application industrielle ? Autant de questions cruciales pour que cette nouvelle ambition ne soit pas un simple slogan mais s'ancre véritablement dans le quotidien de l'École

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages fondamentaux / essais :

- BAINBRIDGE William, « Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations: Converging Technologies in Society », New York, Springer, 2006
- BOUZOU Nicolas, « L'innovation sauvera le monde », Paris, Plon, 2016
- ELLUL Jacques, « la technique, ou l'enjeu du siècle », Paris, Armand Colin, 1954
- ELLUL, Jacques, « Le système technicien », Paris, Calmann-Lévy, 1977
- ELLUL Jacques, « Le bluff technologique », Paris, Hachette, 1988
- FERRY Luc, « La révolution transhumaniste », Paris, Plon 2016
- KURZWEIL Ray, « The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology », New York, Penguin, 2005 publié en français sous le titre « Humanité 2.0 », Paris, M21, 2007
- KURZWEIL Ray, « The Age of Spiritual Machines », New York, Viking, 1999
- KURZWEIL Ray, « The Age of Intelligent Machines », Cambridge, MIT Press, 1990
- MALIER Yves, « Reconnecter la formation à l'emploi », Paris, Presses des Mines, 2017, [voir aussi https://tv.arts-et-metiers.fr/formation-initiale-apprentissage-pietre-exception-francaise/](https://tv.arts-et-metiers.fr/formation-initiale-apprentissage-pietre-exception-francaise/)
- PUECH Michel, « The Ethics of Ordinary Technology », Londres, Routledge 2016
- PUECH Michel, « Homo Sapiens Technologicus », Paris, Éditions le Pommier, 2008
- RIFKIN, Jeremy, “The Third Industrial Revolution: How Lateral Power is Transforming Energy, the Economy, and the World”, New York, Palgrave Macmillan, 2011
- ROSS Alec, « Les Industries du Futur », Limoges, FYP éditions, 2018
- TADDEI François, « Apprendre au XXI^e siècle », Paris, Calmann-Levy, 2018

Articles récents :

CHAMEAU Jean-Lou « Intervention au Cercle La Rochefoucauld » Arts & Métiers Mag septembre 2018

CERVEL Jean-François « Groupements Ecoles-Universités » Arts & Métiers Mag janvier 2019, et NTE (News Tank Higher Ed and Research) octobre 2018

ESCHER Gérard et AEBISCHER Patrick, « Pour des universités de rang mondial », Futuribles mai-juin 2018

GARTNER Technologies émergentes Cycle de la hype, août 2018

<https://www.frenchweb.fr/cycle-du-hype-de-gartner-les-5-tendances-tech-qui-vont-brouiller-les-frontieres-entre-humains-et-machines/333583>

MIT: MIT Restructures Itself to Shape the Future of Computing & Artificial Intelligence
<http://news.mit.edu/2018/mit-reshapes-itself-stephen-schwarzman-college-of-computing->

SCHUMMER Joachim, From Nano-Convergence to NBIC-Convergence: “The best way to predict the future is to create it” Department of Philosophy, University of Darmstadt,
<https://pdfs.semanticscholar.org/7614/e7933fcb14c3daf674ebc2abab43129ad343.pdf>

TADDEI François, « Quelles finalités pour l’enseignement supérieur ? », Futuribles mai-juin 2018

Référentiels technologiques :

Ministère de l’Économie, de l’Industrie et du Numérique (Direction Générale des Entreprises) : « TECHNOLOGIES-CLES 2020 Préparer l’industrie du futur », janvier 2018
<https://www.entreprises.gouv.fr/politique-et-enjeux/technologies-cles-2020>

Alliance pour l’industrie du futur : « Guide des technologies de l’industrie du futur », mars 2018

FIAM : Groupe de réflexion sur le Futur de l’Ingénieur Arts & Métiers (1995-2014) :
« Rapport sur l’excellence technologique », Exercice prospectif, mai 2012

Études récentes :

« Les lycéens et l’industrie » Étude Opinionway auprès de lycéens en série scientifique et technologique pour l’ENSAM, mars 2018

« Les Français et le progrès technologique » Étude Opinionway pour l’Académie des Technologies, novembre 2018

Institutions de référence :

<https://www.academie-technologies.fr/>

<https://www.ihest.fr/>

https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/eit_fr

<http://www.industrie-dufutur.org/>

<https://www.lafrenchtech.com/>

<https://vivatechnology.com/>

<https://www.entreprises.gouv.fr/politique-et-enjeux/technologies-cles-2020>

Écoles et Universités :

<https://artsetmetiers.fr/fr/une-strategie-orientee-sur-lindustrie-du-futur>

<https://www.epfl.ch/about/fr/a-propos/>

<http://www.mit.edu/education/>

Blogs et divers :

<https://www.druide.com/fr/enquetes/chronique-techno> (au service de la langue française depuis 1993, Druide informatique est une entreprise québécoise spécialisée dans les logiciels d'aide à la rédaction.)

<http://parler-francais.eklablog.com/technique-technologie-a23383245>

Annexe 1



Paris, le 20 Juillet 2018

**Lettre de mission au binôme, Marc Lassagne et Stéphane Lapujolade,
afin d'animer un groupe de travail sur le thème/vocable « technologie »**

Cher Marc, Cher Stéphane,

L'Ecole Nationale Supérieure d'Arts & Métiers a pour ambition de renforcer sa position d'établissement de référence pour la technologie.

Or, la valeur accordée au mot technologie est très dépendante du contexte de son usage et du public concerné. Du Bac-3 au Bac+8, du Lycée Général et Technologique au MIT ou à l'UTC, le mot revêt des sens fondamentalement différents, du plus répulsif au plus attractif.

Afin d'éclairer les choix à venir, nous vous confions la mission d'animer un groupe de travail afin de clarifier le thème/vocable « technologie » et l'usage qui peut en être fait. Ce groupe sera constitué de volontaires cooptés par vous : personnalités externes et membres de la communauté Arts & Métiers.

Les livrables de ce groupe de travail devront comporter *a minima* :

- Une cartographie des acceptations et perceptions actuelles du mot « technologie » et des notions associées (Technique, Tech, Techno, Technicien ...) selon les publics, les secteurs, les pays et les langues.
- Une mise en perspective dans le temps : principales leçons à tirer du passé, tendances d'évolution à 5-10 ans.
- Des comparaisons utiles avec des établissements d'enseignement et de recherche en France et dans le monde.
- Le positionnement de « la technologie » dans le processus de création de valeur (création de valeur pour la société : les collectivités, le grand public, les étudiants, les enseignants et chercheurs, l'entreprise ...).
- L'identification des éléments qui pourraient être publiés à l'initiative du Comité Stratégique.

L'objectif d'une livraison est fixé à la mi-décembre 2018. Le groupe de travail est libre de choisir ses méthodes de travail et les moyens requis pour la mission dans l'esprit de prospective et de créativité du Think Tank Arts & Métiers.

Vous aurez le soutien des instances du Think Tank et l'accès le plus large à la communauté Arts & Métiers.

Pour le comité stratégique,
Erik LE ROY

Bien à vous

Alexandre RIGAL

Annexe 2

BIOGRAPHIES DES MEMBRES DU GROUPE DE REFLEXION

ARNAUD DEMAY

Arnaud Demay est ingénieur système pour la préparation des missions des lanceurs Ariane 5 et Ariane 6 pour le compte d'ArianeGroup.

Précédemment ingénieur d'étude pour le CNES, l'agence spatiale française, comme sous-traitant pour CS Communication & Systèmes, il y a acquis une solide expérience en ingénierie spatiale. Toujours impliqué dans la vie de la communauté Arts & Métiers, il a été respectivement Président de l'association des élèves de Cluny, Vice-président de l'Union des Élèves et aujourd'hui Délégué Régional de Paris et membre du Comité de la Société des Ingénieurs Arts & Métiers.

Avec la tête dans les étoiles, il a cofondé l'association SpaceUp France qui organise la promotion et la vulgarisation du spatial dans tout le pays, en lien étroit avec les associations européennes et mondiales.

Arnaud Demay est Ingénieur Arts & Métiers (CI209) et diplômé du Mastère Spécialisé « Space Systems Engineering » de l'ISAE-Supaero.

Amira HAMMOUDA

Amira Hammouda est enseignante-chercheuse en sciences de gestion à l'École nationale supérieure d'Arts et Métiers, où elle assure des enseignements d'analyse financière, d'introduction aux risques financiers, de comptabilité de gestion et d'introduction à la finance de marché. Ses travaux de recherche portent principalement sur l'entrepreneuriat familial, en particulier la culture, le management et la gouvernance des entreprises familiales.

Amira Hammouda est docteure en sciences de gestion diplômée de l'Institut d'Administration des Entreprises (IAE de Paris) - Université Paris I-Panthéon Sorbonne.

Jean-Claude HUBERT

Carrière professionnelle internationale et diversifiée, au cours de laquelle furent associés en permanence la recherche et le développement dans le domaine des nouvelles technologies, la conception de produits et de procédés, les applications industrielles et technologiques avec une priorité accordée à la science des matériaux (de la métallurgie avancée aux semi-conducteurs en passant par les céramiques, les composants électroniques, les polymères High Tech). Enseignement universitaire supérieur, responsabilité et animation d'équipes multiculturelles, planification stratégique Hoshin par une pratique de la qualité totale et de l'amélioration continue des processus et des organisations. Pédagogie, initiative et force de persuasion.

Compétences : R & D (alliages haute température, nucléaire, capteurs de température, composants électroniques, processus Front End sur Silicium, connecteurs), « concurrent engineering », génie civil « salles blanches », coaching TQM et Kaizen, brevets et licences, stratégie et gouvernance d'entreprise, animation d'équipes R&D multiculturelles.

Responsabilités opérationnelles : CTO, Directeur R&D, enseignement supérieur universitaire (Canada, France), secrétaire bénévole d'association professionnelle française.

ANDRE-BENOIT DE JAEGERE

André-Benoit De Jaegere, Directeur Associé de Capgemini Invent, est le Directeur Innovation & Développement du Bureau de Paris. Conseil en management chez Bossard Consultants puis Gemini Consulting, il a ensuite créé et dirigé la ligne de service Stratégie & Transformation de Cap Gemini Ernst & Young.

Il intervient sur les enjeux de transformation des entreprises face aux mutations de leur environnement. Il est co-auteur de « Triggers : Transformer l'entreprise pour prendre un temps d'avance » publié aux éditions Odile Jacob.

Il représente Capgemini auprès du Comité Recherche de la fondation HEC. Il parraine le programme « Asian Strategy » ESSEC sur l'innovation dans les pays émergents. Il a impulsé et soutenu la création du « Trophée de l'Innovation et du Développement Durable » avec Agro Paristech, École Centrale, ESCPEurope, Supelec et Sciences Po. Il est vice-président du Comité Carnot de l'Agence Nationale de Recherche.

André-Benoit De Jaegere est Ingénieur diplômé de l'École Centrale des Arts et Manufactures.

STEPHANE LAPUJOLADE

Stéphane Lapujolade est un consultant indépendant en stratégie, innovation et management.

Il a été pendant 9 ans l'un des cadres dirigeants du groupe TRANSDEV, leader mondial dans le secteur des transports publics : membre du comité exécutif du groupe, Directeur de l'Innovation et du Développement, Président des activités de conseil et d'ingénierie de mobilité. Il a une expérience de plus de 20 ans, comme consultant en stratégie et transformation, formé au sein de Bossard Consultants, puis Directeur Associé de CAPGEMINI CONSULTING.

Administrateur d'entreprise certifié par l'IFA, il détient aujourd'hui plusieurs mandats d'administrateur indépendant, en France et à l'étranger.

Il enseigne la stratégie et le management de l'innovation à Sciences-Po (EMI).

Stéphane Lapujolade est Ingénieur Arts & Métiers (Li182) et diplômé de Sciences-Po Paris.

MARC LASSAGNE

Marc Lassagne est maître de conférences à l'École nationale supérieure d'Arts et Métiers, où il assure des enseignements de management stratégique, de responsabilité sociale d'entreprise, de management des risques, de théorie des organisations, de logistique, d'analyse de la décision et d'épistémologie.

Il est co-directeur (avec Frédéric Gautier, IAE de Paris) de la spécialité de master recherche "Sciences de la Décision et Management des Risques" et directeur pédagogique du Mastère Spécialisé « Management Global des Risques ». Responsable (avec Laurent Dehouck et Frédéric Gautier) de l'équipe « Risque-Incertitudes-Organisations » du GREGOR (Groupe de Recherche en Gestion des Organisations de l'IAE de Paris; l'axe est porté par Arts & Métiers, l'ENS de Rennes et l'IAE de Paris), ses travaux de recherche portent sur le management des risques industriels, sur la santé et sécurité au travail et plus généralement sur l'intégration de l'incertitude dans les processus de management, domaine qui trouve des applications dans des champs divers, de la GRH à la logistique. Il a travaillé avec de nombreuses entreprises, telles que le Bureau Veritas, EDF, Bouygues, Liebherr, Air Liquide... Marc Lassagne est diplômé de Sciences Po Paris (section service public) et de l'Université Paris I-Panthéon Sorbonne (sciences économiques), ancien élève de l'École Normale Supérieure de Cachan, lauréat de l'agrégation d'économie-gestion et docteur en sciences de gestion.

CHRISTINE OLLENDORFF

Christine Ollendorff est Directrice de la Documentation et de la Prospective à l'École nationale supérieure d'Arts et Métiers.

Elle coordonne l'ensemble des responsables des centres de documentation d'Arts & Métiers.

Animatrice du groupe de travail sur l'accès ouvert du consortium Couperin, elle milite en faveur l'Open Access et assure des interventions dans ce domaine dans de multiples institutions.

Christine Ollendorff est diplômée de l'Université Paris Sud (biochimie) et docteure en sciences de l'information et de la communication.