IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET SCIENTIFIQUES DE FRANCE
CÔTE D'AZUR

BULLETIN

2026 – N°2



SOMMAIRE

1. Editorial par le nouveau président de IESF CA 3
2. Conseil d'administration IESF CA 4
3. Assemblé Générale Ordinaire IESF CA 4
4. Repas amical 5
5. Conférence JNI 6
6. Visite de la base aérienne d'Orange 6
7. Promotion des Métiers de l'Ingénieur et du Scientifique (PMIS) 7
7.1 Salon Studyrama Nice 7
7.2 Journée Portes Ouvertes CESI et Centrale Méditerranée 8
7.3 Salon de l'étudiant Nice 8
7.4 Journée Portes Ouvertes Polytech Nice Sophia 9
7.5 Journée Internationale des filles et femmes en science 10
7.6 Collège Charles III à Monaco 11
7.7 Lycée Masséna 11
7.8 Cycle pluridisciplinaire d'études supérieures (CPES) 12
7.9 Lycée Tocqueville à GRASSE 12
8. Nous y étions 13
8.1 La convention sur la décarbonation de la construction 13
8.2 L'accompagnement Transfrontalier à l'Entreprenariat à impact émergent 14
8.3 Les apéros de l'entreprenariat 15
8.4 Comprendre les maths … Pourquoi ? 15
9. Annals of the History of Computing 16
10. Apprentissages et formations professionnelles : nouvelles technologies, transition numérique et nouvelles stratégies ludiques d'enseignement 17
10.1 Résumé 17

10.2 Introduction 18
10.3 Évolution des sociétés, des apprentissages et des formations professionnelles : influence des révolutions industrielles, des nouvelles technologies et de la transition numérique 21
10.3.1 La société nomade 21
10.3.2 La société sédentaire 22
10.3.3 La société industrielle 28
10.3.4 La société de l'information / Les sociétés du savoir 34
10.3.5 Références thématiques non exhaustives 43
10.4 Suite de l'article 45
10.5 Vous pouvez lire la fin de cet article avec le lien suivant : 46
10.6 Conférences et manifestations 46
10.7 Publications récentes de l'auteur 46
11. Les billets de la Société des Sciences de Cherbourg : La France au premier rang mondial 47
11.1 L'épopée des sous-marins 47
11.2 L'invention du cinéma : Auguste et Louis Lumière 48
12. Matoku 49
13. Sur votre Agenda 49
14. Cotisations 2026 50

1. Editorial par le nouveau président de IESF CA

Bonjour à toutes et à tous

Ceci est mon premier éditorial en tant que Président d'IESF Côte d'Azur et j'en suis très ému.

Je remercie chaleureusement le Conseil d'Administration du 9 avril dernier qui m'a élu et plus particulièrement Jean-Pierre Rozelot bien sûr mais aussi les présidents précédents Jean-Louis Droulin et Henri Carsalade qui avaient tous endossé cette mission avec enthousiasme ; croyez bien que j'aurai le même enthousiasme !



Pour ceux qui ne me connaitraient pas, ou peu, je me présente rapidement ; Titulaire d'une Maîtrise de Physique (1980) à l'Université de Nice puis Ingénieur de l'Ecole Nationale Supérieure de Physique de Marseille (1982), devenue Centrale Méditerranée, j'ai eu une activité professionnelle de 21 ans chez IBM puis la même durée comme consultant indépendant au service des entreprises innovantes en même temps que professeur à l'Université de Nice et diverses écoles d'enseignement supérieur.

Marié, j'ai 2 filles toutes les 2 Docteur ou Ingénieur ; preuve de plus de l'importance des parents dans le choix des enfants !

J'ai eu le plaisir d'intégrer le CA de l'URISCA (devenue IESF-CA) en 2008 sous la présidence d'Henri.

Pour cette mandature, je me positionnerai entre continuité et ouverture.

Vous trouverez dans le rapport de l'AG joint à ce bulletin la majorité des actions proposées pour 2026 mais, avec les renforts que nous allons avoir, nous essayerons de faire plus encore.

En effet nous avons du sang neuf avec de nouveaux adhérents, de nouveaux administrateurs, plus jeunes et plus féminins et la plupart encore en activité professionnelle.

Faire mieux connaitre IESF, et plus particulièrement notre délégation en Côte d'Azur, est, pour moi la base de la réussite de notre mission principale de promotion de nos métiers auprès des jeunes, de leurs parents et de leurs enseignants.

Nous continuerons de le faire via la communication sur notre site, nos bulletins trimestriels, nos relations presse et nos réseaux sociaux où vous pouvez nous suivre et commenter.

Cela passe aussi par le renforcement des collaborations avec les écoles d'ingénieurs locales et l'Université Nice Cote d'Azur ainsi que leurs associations de diplômés.

Ce sera aussi l'occasion de moments de convivialité notamment avec des visites communes de sites d'entreprises et l'organisation de conférences scientifiques.

Nous continuerons et accélèrerons notre présence dans l'écosystème économique local avec des associations comme Telecom Valley, le CAPSA (Collectif des professionnels de Sophia Antipolis), Sophia Club Entreprise, Terra Numerica, l'UIMM06 et autre UPE06 où travaillent de nombreux Ingénieurs, Homme ou Femmes qui peuvent partager notre vision.

Je n'oublie pas, non plus, le côté national dont notre jeune président Aurelien Guez affiche une forte volonté de faire évoluer IESF avec déjà des actions concrètes comme les conventions scientifiques.

Et, comme entité régionale, nous continuerons à collaborer dans le cadre du Comité des Régions IESF.

Rendez-vous très bientôt à toutes et à tous pour mettre en œuvre, ensemble, notre feuille de route 2026.

Encore merci pour l'honneur que vous m'avez fait en me nommant président ; j'essaierai d'en être digne !

Bien amicalement

Jean-Bernard TITZ

Président IESF-CA

2. Conseil d'administration IESF CA



Réunis autour d'une même ambition, les membres du conseil d'administration (CA) d'IESF en Côte d'Azur, se sont retrouvés à Polytech Nice Sophia, le 5 mars au cours d'un CA, notamment pour préparer l'Assemblée Générale annuelle le 9 avril prochain. Au cœur des échanges, l'attractivité des métiers d'ingénieur, leur rayonnement sur le territoire auprès des entreprises et des institutionnels.

Des bénévoles motivés. Vous pouvez nous rejoindre.

3. Assemblé Générale Ordinaire IESF CA



Le 9 avril 2026, l'AGO s'est tenue dans les locaux du CERGA, société ACRI-ST, accueilli par sa présidente Odile Fanton d'Andon en présence d'un public de choix (une quarantaine de personnes présentes).

Activités

Comme l'an passé, Pierre Quirin a réalisé une vidéo remarquable, reflet de la variété des activités de 2025 (Cliquez ici pour la voir)

Beaucoup d'émotion lors de la récapitulation des 6 ans de mandature de Jean Pierre Rozelot (Cliquez ici pour voir la vidéo). Monsieur le Maire de Grasse, Jérôme Viaud a rappelé le rôle très actif de notre Président sortant.

Finances

Après sa présentation des comptes, le trésorier précise quelques points et répond aux questions de l'assistance. Il n'est pas inquiet du résultat déficitaire de l'exercice qui sera affecté au report à nouveau. Il espère obtenir davantage de subventions en 2026

Quelques modifications sont votées concernant les montants des cotisations 2027, notamment pour les cotisations de groupes, pas de changement pour les cotisations individuelles.

Promotion des Métiers de l'Ingénieur et du Scientifique (PMIS)

Le nombre de contacts est en progression. Grâce aux tableaux réalisés par Jean-Louis Droulin, on a noté l'augmentation du nombre de jeunes filles et de parents contactés.

Ces statistiques démontrent l'importance des Salons et Forum. De plus, l'augmentation de moyens humains laisse présager de bons résultats à venir. Merci aux nouveaux arrivants.

Relation IESF national / IESF Régions

Bon dynamisme d'IESF national qui mise entre autres sur les conventions, testées cette année en plus des actions traditionnelles (JNI, enquête, congrès ...)

Conseil d'Administration / Nouveau Président

Le nouveau Conseil d'Administration, élu à l'unanimité par les membres de l'AG, a accueilli 3 nouveaux membres ; Sylvie Macaire, Stéphanie Lopez et Olivier Choffrut.

Puis ce nouveau CA a élu notre nouveau Président, Jean-Bernard Titz qui s'est présenté et a listé un ensemble de projets avant le pot de l'amitié (voir l'éditorial).

Dominique QUÉAU

Secrétaire adjointe IESF-CA

4. Repas amical



Une vingtaine d'IESF-CA, d'IPF et le président alumni Centrale Supelec se sont retrouvés le 24 janvier 2026, de manière conviviale et selon la tradition, en présence de son doyen, toujours d'attaque, et de nouvelles jeunes recrues, merci à elles, pour fêter la nouvelle année et s'échanger les vœux.

5. Conférence JNI



Jeudi 26 mars 2026, dans la salle du GAPRA à Antibes, aimablement mis à disposition par son président, Laurent Brunetto, **Mateo Pellegrino, artisan charpentier à l'ancienne,** a comblé un auditoire particulièrement attentif. Le groupe d'une quarantaine de personnes, composé d'X, de centraliens et autres, était emmené par IESF Côte d'Azur dans le cadre de la **Journée Nationale de l'Ingénieur**.

Mme Béatrice Girard représentait M. le Maire d'Antibes, J. Leonetti.

Mateo Pellegrino assure la rénovation de monuments historiques (Château de la Reine Jeanne à Guillaumes par ex.) aussi bien que la construction de charpentes à l'ancienne pour particuliers. Il a expliqué de manière claire et pédagogique, différents aspects de son métier. Ayant participé au chantier de reconstruction de Notre Dame de Paris, il s'est appuyé sur une expérience exceptionnelle.

De nombreuses questions ont été posées pour clore cette remarquable prestation.

Visite de la base aérienne d'Orange



Accueillis sur la base aérienne d'Orange, par le LT-Colonel Renaud, 12 IESF (dont alumni X et Centrale-Med) ont pu visiter le musée, le centre d'innovation technique, axé notamment sur les simulateurs en réalité

augmentée, et un des deux hangars abritant des Rafales. Prêts au décollage, en moins de 5 minutes, ils assurent la police du ciel sur le quart Sud Est de la France, une des missions de la base.

Avec une arrivée prévue d'une vingtaine de nouveaux Rafales, la BA 115 monte en puissance.

Une visite sous un beau soleil qui a permis aussi d'admirer au loin le mont Ventoux enneigé.

Un grand remerciement au personnel de la base qui nous a accompagné.

Jean-Pierre ROZELOT

Vice-président IESF CA

7. Promotion des Métiers de l'Ingénieur et du Scientifique (PMIS)

7.1 Salon Studyrama Nice



IESF Côte d'Azur était présent au Salon STUDYRAMA des Etudes Supérieures où nous avons assuré la Promotion des Métiers de l'Ingénieur et du Scientifique en répondant aux interrogations des parents et des étudiants en pleine réflexion sur le processus Parcoursup. Nous avons de plus animé une conférence sur Comment choisir son école d'ingénieurs ?

7.2 Journée Portes Ouvertes CESI et Centrale Méditerranée



Le samedi 31 janvier importante implication de nos bénévoles d'IESF-Côte d'Azur pour une présentation "Ingénieur demain" à la Journée Portes Ouvertes au CESI de Nice et un stand de notre association pour répondre aux multiples questions des étudiants à la Journée Portes Ouvertes de Centrale Méditerranée dans leurs locaux niçois.

7.3 Salon de l'Étudiant Nice



Nous n'étions pas trop de 3 bénévoles sur le stand d'IESF-CA au salon de l'Étudiant orienté apprentissage à Nice ce 7 février.

Ce fut l'occasion de démystifier le métier de l'Ingénieur auprès d'une centaine de collégiens, de lycéens et de leurs parents et de montrer toutes les possibilités de carrières de ce beau métier.

A l'heure des choix importants à faire dans ParcourSup pour les élèves de terminale, nous avons essayé d'y répondre avec un schéma des parcours possibles pour arriver à l'obtention d'un diplôme d'Ingénieur. Vous pouvez en retrouver les détails sur l'onglet "PMIS" de notre site internet "iesf-ca.fr"

Très important : Les parents, principaux prescripteurs des choix des filières d'enseignement supérieur pour leurs enfants, ont découvert avec ces derniers, la richesse des métiers d'ingénieurs et leur ouverture aux garçons comme aux filles.

Jean-Bernard TITZ Président IESF CA

7.4 Journée Portes Ouvertes Polytech Nice Sophia



Comme depuis plusieurs années IESF Côte d'Azur a participé activement à la Journée Portes Ouvertes de l'école d'ingénieurs Universitaire Polytech Nice-Sophia.

Nous y assurons des conférences sur les métiers de l'ingénieur, en complément des conférences effectuées par la direction de l'école, sur les conditions d'admission et les différents parcours possibles au sein du réseau d'écoles.

Nous nous sommes adressés majoritairement à des élèves de Lycée, de première et surtout terminale, avec leurs parents, mais aussi à des étudiants post bac cherchant une intégration directe dans le cycle ingénieur de l'école.

Jean-Louis Droulin.

Vice-président IESF CA

7.5 Journée Internationale des filles et femmes en science



Le 11 février, Journée internationale des filles et femmes en science, la principale du collège Jules Verne à Cagnes sur mer a organisé une réunion d'information pour des classes de 4ième et 3ième.

A cette occasion, IESF Côte d'Azur à fait une courte présentation des métiers de l'ingénieur et du scientifique, suivie par des témoignages de femmes Ingénieures de Schneider-Electric et d'Amadeus illustrant la variété des métiers et des fonctions.

Ces ingénieures sont membres de l'association « Elles bougent » visant à favoriser la mixité dans les secteurs scientifiques, technologiques et industriels.

Le choix des différentes filières de formation a été abordé et illustré par les parcours individuels de chacun des participants. Une ancienne élève du collège, actuellement en première année du cycle d'ingénieur de l'école Polytech, ayant choisi la spécialité « Mathématiques appliquées », a expliqué son parcours et ses motivations.

Cette initiative devrait être reproduite l'an prochain.

Jean-Louis Droulin

Vice-président IESF CA

7.6 Collège Charles III à Monaco



Ce 12 février le collège Charles III de Monaco tenait son Agora de l'orientation afin que les élèves de la Principauté rencontrent des professionnels.

Nous avons été invités à présenter les métiers de l'Ingénieur et du Scientifique devant une quarantaine de collégiens de 3ième et leurs accompagnants.

Vous pouvez retrouver un extrait de la vidéo faite par les équipes de Monaco Info sur notre chaîne Youtube en suivant le lien: https://youtu.be/C8qSpvimvgc.

Jean Bernard TITZ Président IESF CA

7.7 Lycée Masséna



Ce 4 mars a été célébré dans le monde entier le "world engineering day" dont le thème, cette année était autour du développement durable. C'est aussi le jour où des bénévoles d'IESF-CA ont été invités par un enseignant de physique-chimie du Lycée Masséna pour échanger sur les Métiers de l'Ingénieur et du Scientifique. Après la présentation "PMIS" de très nombreuses questions ont montré tout l'intérêt de ce public de lycéennes et de lycéens à qui nous souhaitons de réussir dans leurs études scientifiques.

Jean-Bernard TITZ Président IESF CA

7.8 Cycle pluridisciplinaire d'études supérieures (CPES)



La Licence CPES est un diplôme co-porté par l'Université Côte d'Azur et le Lycée Masséna pour la partie scientifique. Elle peut permettre aux étudiants diplômés de candidater à certaines Grandes écoles d'ingénieurs.

Les bénévoles d'IESF Côte d'Azur sont venus dérouler une présentation sur la "Promotion des Métiers de l'Ingénieur et du Scientifique" aux étudiants des 3 années de ce CPES. De nombreuses questions ont été la preuve de leur fort intérêt pour ces métiers.

Nous leur souhaitons la même réussite que la première promotion sortie !

Jean-Bernard TITZ Président IESF CA

7.9 Lycée Tocqueville à GRASSE



Le vendredi 27 Mars 2026, nous avions rendez-vous au Lycée Tocqueville de Grasse pour présenter à une quarantaine de lycéens des classes de seconde et de première notre conférence sur les métiers d'ingénieurs et scientifiques.

Nous étions accompagnés par Nils et Dominique, deux élèves ingénieurs de Polytech Sophia qui ont pu présenter aux élèves leur parcours académique et partager leur enthousiasme pour leur vie d'étudiant à

Sophia. Nils était lui-même élève du Lycée Tocqueville et avait déjà suivi à l'époque une intervention d'IESF : c'est peut-être la graine plantée ce jour-là qui l'a convaincu de s'engager dans cette belle formation !

Jacques Chambon Conseiller IESF-CA

8. Nous y étions

8.1 La convention sur la décarbonation de la construction







La délégation IESF en Côte d'Azur était présente pour la remise du rapport de la Convention scientifique étudiante organisée par IESF, le mercredi 28 février au Conseil Économique, Social et Environnemental (CESE), à Paris.

C'est dans le temple de la place d'Iéna, conçu par l'architecte Auguste Perret, pionner des techniciens spécialistes de béton, qu'une vingtaine d'étudiants et étudiantes ont pris la parole à tour de rôle, par groupes de trois ou quatre, pour présenter les conclusions d'une étude menée pendant quatre mois, à raison d'un week-end plein par mois, par une cinquantaine de jeunes issus du milieu grandes écoles ou entreprises spécialisées.

Cette « convention », constituée après tirage au sort de candidats, est « harmonisée » (ou « rectifiées » selon le terme du CESE pour les conventions citoyennes), afin de respecter un équilibre de genre (52%H, 48%F), de niveau d'études (2% Doctorants, 12% L3 ou1ère année ingé, 36% M1 ou 2nde année Ingé, 50% M2 ou 3^{ième} année ingé), de villes, d'écoles et universités d'origine. Les villes de Lorient, Lille, Metz et Versailles par exemple ont été bien représentées, notamment par l'Université Bretagne Sud, l'ICAM et l'ESAM, entre autres. Les disciplines de Bâtiment/génie civil/BTP ont bien évidement été présentes, mais aussi matériaux, chimie, architecture, énergie.

Objectif affiché : Selon quelles modalités et à quelles conditions décarboner la construction béton, en particulier le ciment, pour participer pleinement à l'atteinte des objectifs de neutralité carbone en 2050 ? Quels procédés et innovations prioriser ?

Quatre axes ont été explorés : Réduire la construction béton, construire autrement, n'utiliser les technologies de capture carbone qu'en dernier recours et sensibiliser les acteurs de la filière à ces enjeux.

L'auditoire, quelque quatre-vingts personnes, a été attentif aux recommandations exprimées. Dans la série de questions/réponses, quelques passes d'armes des cimentiers présents, ésotériques pour le non initié… Il a été regretté que l'exploration de la filière de décarbonation de la production n'ait pas été plus approfondie.

Un point qui mérite l'attention : *« Les membres de la Convention pensent qu'il est pertinent d'enseigner aux nouvelles générations l'utilisation de ciments moins carbonés dans la formulation de béton, ou des alternatives au béton* ».

Au final, une restitution agréable, bien ciblée, d'un rapport donnant un autre éclairage que celui de France-Stratégie sur la question ciblant justement l'objectif de zéro émission nette à l'horizon 2050 (à la suite de l'accord de Paris).

Ces conventions constituent un outil de visibilité d'IESF, déclinable en régions.

Pour en savoir plus :

Rapport IESF Convention

https://conventions.iesf.fr/convention-ciment/travaux/rapport

France Stratégie sur la question

https://www.strategie-plan.gouv.fr/files/files/Publications/Rapport/fs-2023-rapport-couts-abattement-ciment-mai_0.pdf

Pour aller plus loin :

Cette Convention constitue un socle avec lequel IESF souhaiterait :

- diffuser largement ces travaux et contribuer au débat public,
- accompagner les organisations qui souhaitent s'appuyer sur ces recommandations,
- organiser, à la demande, des temps de restitution ou d'échange au sein des structures concernées.

Jean-Pierre ROZELOT Vice-président IESF-CA

8.2 L'accompagnement Transfrontalier à l'Entreprenariat à impact émergent



Le 18 mars, invité par le Campus des Métiers et des Qualifications d'Excellence Tourisme de Nice, Jean-Bernard TITZ, vice-président d'IESF Côte d'Azur, représentait Telecom Valley en tant qu'animateur de la communauté m-Tourisme et e-Travel à l'événement Alcotra ATENA dédié à l'Accompagnement Transfrontalier à l'Entreprenariat à impact émergent.

Il a participé, à distance, à la session "numérique" de l'atelier transition verte et numérique en témoignant sur les activités des diverses communautés de Telecom Valley puis plus précisément sur le numérique au service du tourisme. https://www.interreg-alcotra.eu/fr/presentation-du-programme

Jean-Bernard TITZ Président IESF CA

8.3 Les apéros de l'entreprenariat



Lors du 2ème "Apéro de l'entrepreneuriat" de la French Tech Côte d'Azur nous avons eu l'opportunité de faire plus connaître notre association IESF Côte d'Azur à l'auditoire. Ce fut aussi l'occasion de proposer à des ingénieurs en activité de nous rejoindre pour témoigner de l'importance de ce métier auprès des plus jeunes. Nous ne serons pas encore assez nombreux pour porter la bonne parole auprès des collégiens et lycéens de notre académie.

Jean-Bernard TITZ Président IESF CA

8.4 Comprendre les maths … Pourquoi ?



Notre Président, J.P. Rozelot, était à l'Institut de France pour la séance de l'Académie des Sciences du 31 mars 2026. Ordre du jour : indiqué sur le tableau. Avec, sous la coupole :

- Antoine Triller, biologiste, secrétaire perpétuel (à la tribune),
- Stanilas Dehaene, académicien, biologiste (les zones actives lorsqu'on fait des maths sont différentes des zones actives du langage, trouvé avec l'IRM 11 Tesla de l'hôpital de Saclay),
- Laure Saint-Raymond, académicienne, mathématicienne (apprendre les mathématiques par la méthode explicite).

Lors des séances, les académiciens présents signent une feuille d'émargement (rite instauré depuis la fondation de l'Académie : preuve de présence, suivi pédagogique et gestion administrative -transparence). En grande discussion, on reconnaîtra Etienne Ghys, mathématicien, second secrétaire perpétuel.

"Pourquoi comprendre les maths ? Comment apprendre à comprendre ? Les mathématiques sont d'abord un outil pour former des citoyens capables de comprendre le monde qui les entoure. Elles sont aussi un plaisir, un jeu d'idées, une joie de saisir l'ordre au milieu du désordre. Elles demeurent enfin le langage indispensable des ingénieurs, des scientifiques et de la recherche la plus avancée.

Les maths, c'est tout cela à la fois : un apprentissage, un bonheur, un horizon pour l'avenir".

Jean-Pierre ROZELOT

Vice-président IESF-CA

9. Annals of the History of Computing



« En 2009, l'IEEE publie dans ses "Annals of the History of Computing" deux longs articles sur l'histoire de la recherche à IBM La Gaude. Ce texte sur papier et en anglais est peu connu ici, mais il y a une réédition en PDF et en français qui est plus facile à lire, avec une police plus large. Ce PDF se trouve à https://drive.google.com/file/d/1cX4TY2odP7Q0ogql1JwKd_CwEMOeLcXU/view?usp=drive_link et inclus des photos des 11 auteurs dont notre collègue administrateur Philippe Hernandez. On y parle par exemple (page 19) de la contribution de la Gaude au codeur 13kbps aujourd'hui employé par la vaste majorité des téléphones mobiles. ».

Roger PRICE

NB : Rappelons que pendant plus de 40 ans, le laboratoire IBM France de La Gaude eut pour tradition de travailler dans les domaines de l'informatique et des communications électroniques, ce qui donna lieu à de nombreuses contributions scientifiques et techniques innovantes. Un article passionnant pour comprendre l'évolution des techniques et pourquoi IBM La Gaude eut un rayonnement international majeur de 1959 au début des années 1990, notamment sous l'impulsion de son directeur, Maurice Papo, qui fut aussi l'un de nos Présidents IESF en Côte d'Azur (URISCA à l'époque).

10. Apprentissages et formations professionnelles : nouvelles technologies, transition numérique et nouvelles stratégies ludiques d'enseignement



Photo montage : Adobe Stock, CyberSmart (Groupe Thales), CyberRange (Airbus Defence and Space), Fédération française de Go, Fondation méditerranéenne d'études stratégiques, France Bleu, Gallica-BnF, Nerijp (Emile Ottia), Serious Factory, Vrignat et al. (3Ei), X-Tek Systems

10.1 Résumé

Des éléments historiques de l'évolution des sociétés, des conditions et moyens des apprentissages et des formations professionnelles au cours des siècles passés jusqu'à nos jours sont analysés.

Les apports des innovations techniques, des révolutions industrielles, des nouvelles technologies et plus particulièrement de la transition numérique initiée à la fin du XX^{e} siècle et développée en ce début du XXI^{e} siècle, sont exposés et documentés. De nouvelles stratégies ludiques d'enseignement sont considérées. Des exemples d'apprentissage et de formation, le plus souvent numériques, sont présentés pour divers domaines (santé, prévention, agroécologie, géographie, environnement, résilience cognitive, crises hybrides, cybersécurité, etc.) dans les secteurs civil et militaire.

Après quelques rappels sur les jeux populaires, souvent de stratégie, dans l'éducation et les apprentissages, la publication fait le point sur les « jeux sérieux » (*serious games*). Elle en propose une définition, présente les caractéristiques et détaille le marché mondial et les secteurs en pleine mutation digitale. Des facteurs clés de succès sont discutés pour la conception, la réalisation, la diffusion, l'évaluation, le suivi des dispositifs, le retour d'expériences pour une optimisation du contenu et des scénarios sans oublier les conditions de sécurité des systèmes d'information.

La pédagogie de ces dispositifs doit tenir compte du niveau hétérogène des apprenants, s'assurer de l'acquisition des compétences fondamentales pour éviter des difficultés de compréhension lors des cursus. Une réflexion sur le financement et les aspects budgétaires est discutée selon les besoins. Des tendances futures sont proposées (l'approche par problème, etc.) sachant que les compétences les plus recherchées par les entreprises en 2026 résident dans les domaines de l'intelligence artificielle, de la santé et du développement durable. Mais la capacité d'émettre une pensée critique, une analyse approfondie et de savoir développer une aptitude à interpréter des données complexes constituent des compétences indispensables, pour répondre aux enjeux technologiques et décisionnels.

Il est précisé que, d'une part, le texte de la publication ne provient pas d'agents IA, mais il est le résultat d'une recherche intègre et responsable issue de références authentifiées, d'organismes publics et privés, d'institutions, etc. dont une liste non exhaustive est produite. Les figures, les images, les logos et les tableaux présentés sont la propriété de leurs auteurs respectifs. Les informations exposées le sont à titre de référence uniquement et n'engagent pas la responsabilité de l'auteur quant à leur utilisation.

« Seul le texte de cette publication (à l'exception des illustrations) est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale 4.0 International ».

10.2 Introduction

Cette publication propose une analyse de l'influence des nouvelles technologies, de la transition numérique et des nouvelles stratégies ludiques d'enseignement sur les apprentissages et les formations professionnelles durant la période du XX^{e} siècle et du début du XXI^{e} siècle étayé par des sources et des références non exhaustives en fin de texte.

Pour cela, il est proposé une première partie concernant l'évolution des différentes sociétés qui se sont succédées depuis le début de l'humanité : nomade, sédentaire, puis industrielle, informationnelle aujourd'hui et dans un avenir proche, intégrationnelle. Elles ont subi de nombreuses transformations politiques, sociales, économiques, environnementales, technologiques avec des inventions comme l'imprimerie, des découvertes diverses comme l'électricité, des mutations, des révolutions industrielles, dans un contexte international de rapports de force et de rivalité commerciale. Outre les informations sociétales, de nombreux repères historiques sont donnés avec les conditions d'exercice des apprentissages et de formation professionnelle, le regroupement en corporations, les différents métiers, la transformation du travail, les lois régissant les apprentissages, les enseignements scolaires, techniques et professionnels selon les époques et les besoins des entrepreneurs et des industriels.

L'importance des jeux populaires est à souligner. Des vestiges ont été découverts lors de fouilles archéologiques et/ou provenant d'écrits parvenus jusqu'à notre ère, souvent en préparation de stratégies militaires (jeux de plateau) dont l'usage s'est généralisé sur tous les continents en soutien des apprentissages et de la formation. Leur utilisation à des fins éducatives ou d'ordre militaire existaient depuis longtemps.

Un encart traite de quelques-uns de ces jeux (jeu de Go, backgammon, *senet* égyptien, jeu *d'Awalé*, *ludus latrunculorum*, *chaturanga*, etc.). Pour mémoire, le philosophe grec, Platon (428-348 av. J.-C.), pensait que le renforcement de certains comportements manifestés dans le jeu, lors de l'enfance, serait bénéfique pour son comportement à l'âge adulte. De même, Marcus Fabius Quintilianus (35-100), rhéteur, avocat, ouvrit sous Vespasien (9-79) la première école publique de rhétorique à Rome, proposant différentes techniques pour transformer l'apprentissage en amusement (par exemple, des gâteaux en forme de lettres). Aujourd'hui, le jeu occupe une place de plus en plus importante à l'école permettant aux élèves d'acquérir de nouvelles compétences cognitives et sociales tout en développant le goût d'apprendre et de chercher à comprendre des situations réelles.

De tout temps, des corporations du Moyen Âge aux centres de formation en pleine transition numérique, de la transmission artisanale aux formations en commerce international, l'apprentissage a servi à répondre aux besoins économiques, à organiser les mobilités sociales, à transformer l'école et le travail, etc. La Science et la Technologie constituent un espace indéniable de conquête, de progrès et de développement mais aussi d'ingérence. Elles sont une source de création de valeur économique vitale pour le maintien de la richesse nationale et pour la création d'emplois dans le pays.

Au XX^{e} siècle, les technologies numériques, les capacités de calcul de l'informatique, Internet et les réseaux haut débit ont bouleversé les apprentissages et les formations professionnelles qui ont aussi bénéficié, au début du XXI^{e} siècle, de l'intelligence artificielle (IA) et des technologies immersives. Un nouveau champ d'applications innovant est apparu d'autant plus avec la mise en œuvre de stratégie d'enseignement ludique.

L'introduction de l'intelligence artificielle, de la réalité virtuelle, augmentée ou mixte, etc. offre donc la possibilité d'immersion dans des environnements virtuels, très réalistes et sécurisés, au plus près des situations qui existent sur le terrain dans les secteurs de l'industrie, de la médecine, de l'éducation, etc. Le concept de la réalité virtuelle limite les risques, les coûts et les interruptions de production. Les enjeux de formation sont la sécurité, la technicité, la logistique, etc.

D'un point de vue opérationnel, la simulation numérique combinée avec une représentation 3D permet de mettre en situation, de transmettre et d'évaluer. Elle possède des atouts adaptés à un public jeune :

- Familière car numérique et en conséquence adaptée à la logique du « *tout écran* » des adolescents ;
- Immersive à même de retenir l'attention de la nouvelle génération ;
- Engageante par son côté ludique et découverte ;
- Itérative car les apprenants peuvent y revenir et évolutive car capable de s'adapter à leurs besoins.

Des études montrent qu'avec une formation immersive et interactive, on obtient :

- + 60 % d'engagement par rapport aux formations digitales classiques ;
- + 75 % de compréhension grâce à la mise en pratique associée à la théorie ;
- 4 fois plus de mémorisation des connaissances par rapport aux formations passives.

De nos jours, nos sociétés deviennent de plus en plus dépendantes du numérique. L'IA est omniprésente au sein de notre monde, qu'il soit physique ou cybernétique, civil ou militaire (smartphones, agents conversationnels, voitures autonomes, médecine prédictive, cybersécurité, les systèmes de recommandation, réseaux sociaux, influence politique, etc.).

Elle conditionne nos méthodes de travail, la conception de la recherche et nos interactions sociales ; elle transforme nos échanges commerciaux et impacte notre environnement (énergie, transports, etc.).

Les apports de l'IA à travers ses déclinaisons - IA générative, IA agentique, agents IA, avatars, assistants vocaux, les grands modèles linguistiques (LLM), etc. bouleversent la manière de se former et d'apprendre. Des rappels détaillés sur l'intelligence artificielle et sur les technologies immersives sont exposés toujours avec des références et diverses sources.

La deuxième partie concerne les dispositifs ludiques d'enseignement disponibles en ce début du XXI^{e} siècle - plateformes de *Learning Management Systems* (LMS), *digital learning*, *e-learning*, *blended learning*, *just-in-time learning*, *Massive Open Online Course* (MOOC), « jeux sérieux », l'approche par compétences (APC), l'approche par problèmes (APP), etc. Quelques exemples d'application sont présentés, en détail, dans divers domaines - agroécologie, géographie et aménagement, management, apprentissage, formation et recherche, acquisition de compétences psychosociales, prévention, santé, médecine militaire, résilience cognitive, crises hybrides, cyber ou conflits asymétriques, *wargames* (*wargaming*), cybersécurité, etc.

Ces dispositifs s'appliquent à des secteurs industriels et académiques, dans de nombreux domaines - éducation, formation, santé, commerce, sécurité, économique, financier, environnement, transport, logistique, ressources humaines, etc. - dans les secteurs publics et privés, civil et militaire. De plus, ils permettent une formation individuelle à distance, adaptée au rythme et aux besoins des individus.

Les avantages de la transformation numérique accompagnant les dispositifs d'enseignement sont, d'une part, la capacité de procurer du plaisir à l'apprentissage, à la compréhension, à la mémorisation d'informations et de connaissances et d'autre part l'apprentissage actif, l'engagement, la motivation, la confiance en soi des apprenants et l'adaptation à des profils variés.

La conception de ces dispositifs numériques doit nécessairement prendre en compte une intégration réfléchie au sein du cadre éducatif, les compétences spécifiques requises de la part des formateurs, enseignants ou autres encadrants, les besoins des apprenants, la pédagogie désirée, les contraintes techniques, etc. ou encore les analyses des évaluations et des rétroactions tout au long des processus d'acquisition des compétences afin d'affiner les modèles proposés.

Il est indispensable aussi d'évaluer la pertinence des éléments ludiques présents au cours de la session - système de classement et de points, badges, personnalisation des avatars (représentation visuelle d'un personnage que le joueur utilise pour naviguer et interagir dans un monde virtuel), système progressif de niveaux, système de récompenses, rétroaction immédiate, etc.

La troisième partie est un focus sur les « jeux sérieux » selon le terme consacré *serious games* par l'usage anglo-saxon. Elle en propose une définition, présente les caractéristiques et détaille le marché mondial et les secteurs en pleine mutation digitale.

Les phases de conception, d'élaboration, de réalisation et de suivi sont détaillées afin de disposer de dispositifs d'apprentissage adaptés aux besoins. La publication donne des facteurs clés de succès pour la réalisation, la diffusion, l'évaluation, le suivi des dispositifs d'apprentissage, le retour d'expériences pour une optimisation du contenu et des scénarios. Une réflexion sur les investissements publics, le financement et les aspects budgétaires sont discutés.

Cependant ces jeux, conçus pour associer des stratégies pédagogiques, des connaissances structurées et des éléments ludiques interactifs, impliquent les apprenants de manière significative pour répondre à des problématiques concrètes sans les enfermer dans une bulle cognitive de façon permanente ce qui serait contraire au but souhaité.

Assurer la formation continue des formateurs est donc primordiale tant du point de vue des contenus pédagogiques évolutifs que du point de vue numérique. De plus, le manque de normes et de réglementation à l'échelle de l'industrie (secteurs de la santé, défense, etc.) constitue un défi majeur. Sans certification de qualité des contenus, des doutes peuvent exister sur la fiabilité et l'impact potentiel sur les résultats d'apprentissage.

Il est intéressant de mettre en valeur l'importance de l'acquisition de nouvelles compétences dans le contexte international de concurrence exacerbée. Il est surtout impératif d'avoir la possibilité de les mettre en œuvre au moment opportun.

Il est temps d'expliquer les notions de savoir, de savoir-faire, de savoir-être, de compétence et de qualification :

- Le savoir : les connaissances - ce que l'on peut expliquer, définir ;
- Le savoir-faire : le technique, l'opérationnel - capacité à mettre un savoir en pratique, une habileté technique ;
- Le savoir-être (*soft skills*) : le comportement - construit par la personnalité, l'éducation et les valeurs - il influence directement la manière de travailler et le rapport aux autres ;
- La compétence : le savoir, le savoir-faire et le savoir-être sont monopolisés pour réaliser une activité professionnelle dans un objectif de résultat attendu ;
- La qualification : l'habilitation donnant le niveau de reconnaissance formelle d'une personne évaluée comme ayant atteint les objectifs d'apprentissage ou les compétences requises conformes à la norme existante (diplôme, grade, titre, classification, certificat, etc.).

En effet, l'apprenant, une fois la session de formation validée, au vu d'une situation bien réelle, doit pouvoir œuvrer avec l'ensemble des connaissances qu'il a pu acquérir, les expériences passées et les réflexes qu'il a développés. Il doit agir en étant « sachant »: « *Savoir sans conscience n'est que ruine de l'âme* », citation de Rabelais (1483 ou 1494-1553). L'action est décidée au moment approprié en utilisant au mieux les connaissances acquises et les expériences vécues.

Considérons le cas de la formation d'un pilote sur simulateur de vol pour les procédures d'atterrissage. Lors de son apprentissage, il apprend à connaître les fonctions des instruments présents dans le cockpit, les différentes commandes envisageables et procédures de vol ou d'approche de la zone d'atterrissage selon les conditions virtuellement soumises.

Ainsi au vu d'une situation réelle, il doit être en mesure de mettre en application, par exemple, ses connaissances en mathématiques et physiques pour évaluer ou interpréter, en temps réel, la réponse de l'appareil restituée par les algorithmes du simulateur. Les techniques de virtualisation peuvent conduire à une absence de conséquences ou une minimisation de celles-ci, par rapport à une situation réelle dramatique si une décision d'action inadaptée était prise à mauvais escient. Cela est bien expliqué par Pierre Henri "Até" Chuet, ancien pilote de chasse de l'Aéronavale et conférencier.

La transition numérique des apprentissages et des formations professionnelles trouve des atouts dans le Numérique français avec un écosystème French Tech parmi les plus dynamiques d'Europe à croissance soutenue. Des poids lourds de la Tech y participent activement. Le soutien public est effectif avec des programmes comme France 2030, French Tech Next40/120, Bpifrance, etc. De plus la recherche est de haut niveau avec les Grandes Ecoles, les écoles d'ingénieurs, les laboratoires universitaires, les instituts de recherche. Les infrastructures matérielles sont attractives avec des réseaux de fibre dense, des câbles sous-marins stratégiques et des data centers compétitifs sans oublier les énergies décarbonées disponibles.

Des tendances futures sont proposées comme l'approche par problème, initiée dans le domaine médical centrée sur l'apprenant, proposant comme point de départ, une mise en diverses situations possibles, contextualisées et offrant un défi à réaliser afin d'acquérir des compétences définies.

Les références et les sources utilisées sont riches d'information en vue d'approfondir le thème de la transition numérique dans les apprentissages et la formation professionnelle. Cette publication n'est pas exhaustive mais donne des éléments probants pour avoir une meilleure idée de l'importance du sujet, de nos jours.

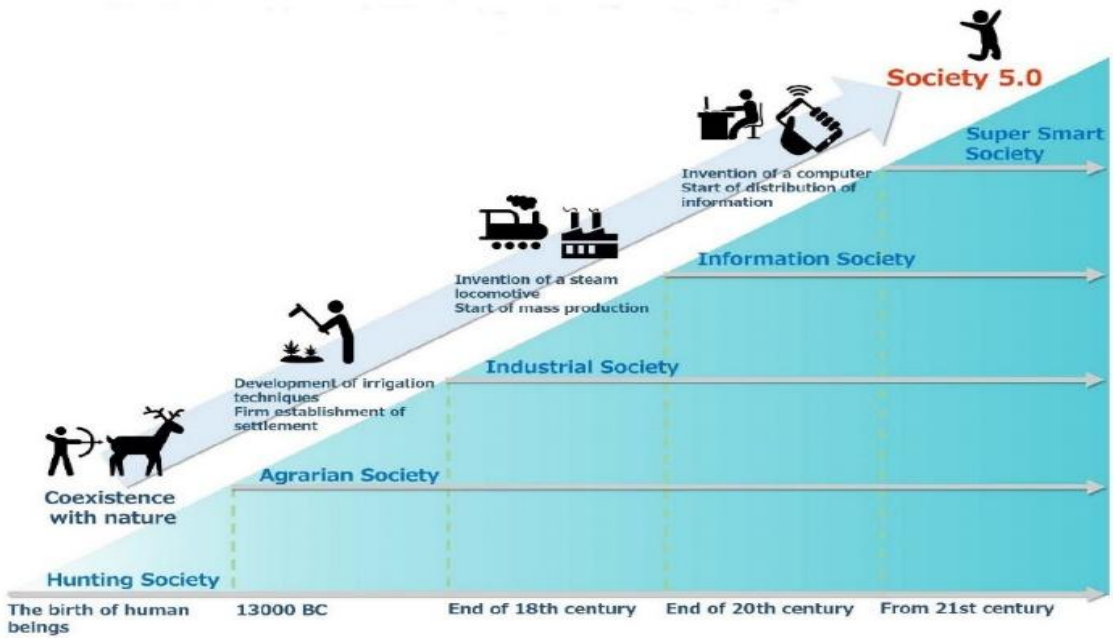


Évolution économique & savoir

https://www.weforum.org/stories/2023/04/how-to-leverage-skills-in-post-knowledge-ai-economy/

10.3 Évolution des sociétés, des apprentissages et des formations professionnelles : influence des révolutions industrielles, des nouvelles technologies et de la transition numérique

Plusieurs types de société se sont succédé depuis le début de l'humanité : nomade, sédentaire, puis industrielle, informationnelle aujourd'hui et dans un avenir proche, intégrationnelle. Pour chacune d'elles, quelques rappels historiques sont donnés avec des marqueurs des conditions d'exercice des apprentissages et de formation professionnelle. Le texte n'est pas exhaustif : des éléments d'appréciation sont donnés pour avoir une bonne idée des diverses évolutions.



Toward Realization of the New Economy and Society - Reform of the Economy and Society by the Deepening of Society 5.0, Keidanren - *Japan Business Federation*, avril 2016

10.3.1 La société nomade

Elle est caractérisée par des activités de cueillette, de chasse et de pêche, selon les besoins. Au début, il n'y avait pas de maîtrise avérée des ressources disponibles, mais leur épuisement et les conditions climatiques et saisonnières ont poussé les peuples à se déplacer par groupe pour trouver des conditions d'existence plus propices, dans diverses régions du Monde.

Pendant le Paléolithique (~ -2 Ma à -9 600 ans), la découverte du feu a permis aux communautés humaines de cuire leurs aliments et de se réchauffer. Les humains ont fabriqué des outils, des vêtements et des bijoux. Ils ont établi des campements temporaires en fonction de leur zone de chasse et des saisons : simples huttes de branchages, tentes de peaux ou d'écorce ou bien des grottes.

Des vestiges de gravures et de peintures rupestres ont été trouvés sur tous les continents. Les plus anciens connus à ce jour dateraient d'environ 65 millénaires avant notre ère : les humains cherchaient à communiquer, à transmettre un message ou à témoigner de leur vie quotidienne. Les archéologues et les préhistoriens étudient les ensembles techniques et culturels caractérisant les industries lithiques et parfois osseuses qui sont associés à un groupe humain ou à une période donnée. Cette analyse met en valeur un réel savoir-faire, une tradition et des choix techniques spécifiques.

Au Mésolithique (-9 600 à -6 000), le réchauffement climatique entraîne des modifications de l'environnement et favorise un mode de vie semi-nomade. Progressivement, les déplacements saisonniers de ces chasseurs-cueilleurs deviennent moins fréquents. Les humains s'installent en plein air ou dans des grottes, à l'intérieur des terres ou près du littoral de l'époque. Ils élaborent des arcs et des flèches dotés de pointes en silex de très petite dimension leur permettant de chasser le gibier peuplant les nouvelles forêts tempérées. Le plateau Tassili n'Ajjer, situé au sud-est de l'Algérie aux confins de la Libye, du Niger et du Mali, comporte de très nombreux vestiges rupestres.

10.3.2 La société sédentaire

Selon les historiens, la période du Néolithique (-6 000 à -2 500) dont l'étendue varie avec les régions de la Terre (Chine, Proche-Orient, Europe, etc.) est celle où les humains, chasseurs et cueilleurs nomades, deviennent agriculteurs, éleveurs et sédentaires. Cette révolution agricole a posé les bases du développement économique des sociétés humaines et du développement démographique conduisant à l'émergence de villages qui deviendront des centres de production (fabrication de céramiques, outils de pierre polie, etc.) et de partage de connaissances en initiant des échanges commerciaux avec d'autres communautés. Les premières formes d'organisation au sein de la communauté apparaissent, comme la gestion des stocks de nourriture, par exemple. Au cours de cette période, les artisans potiers fabriquent des poteries à partir de sable plus ou moins fin, de fragments de coquilles ou d'os et de céramique brisée et pilée. Ils utilisent des boudins de pâte montés en spirale. Ils améliorent leurs techniques et peuvent produire des objets de meilleure finition avec des décors et des anses. Les fours atteignent des températures de plusieurs centaines de degrés.

De nouvelles pratiques agricoles bénéficient d'inventions, d'innovations et de nouvelles techniques (l'irrigation, la charrue, la traction animale, etc.) dans plusieurs régions de la Terre (le Croissant fertile, l'Afrique sub-saharienne, le nord et le sud de la Chine, etc.). Des activités de tissage, de vannerie et de poterie se développent.

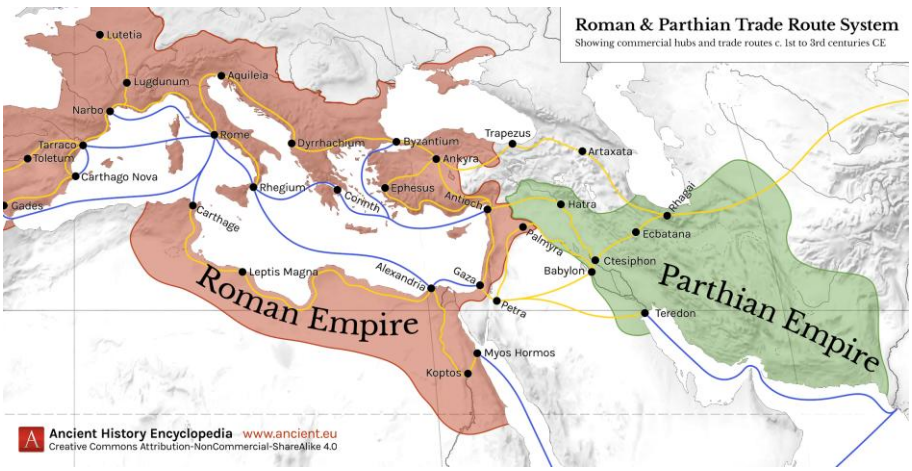
C'est avec l'apparition de l'écriture en Mésopotamie et en Égypte à la fin du IV^{e} millénaire avant notre ère que l'Antiquité commence pour se terminer à la chute de l'Empire Romain d'Occident au V^{e} siècle. Après la maîtrise des ressources naturelles, la transmission des savoirs par l'écriture, des rites, des ouvrages, des pratiques, des règles ou encore les systèmes politiques, accompagnent les humains qui se regroupent, s'organisent en société. C'est l'émergence des grandes religions monothéistes et l'effondrement de l'Empire Romain d'Occident à la fin du V^{e} siècle.

Selon plusieurs travaux de recherche, l'évolution de la société nomade vers une société sédentaire s'explique de plusieurs manières - l'accroissement de la population, une meilleure productivité de l'agriculture, des conditions météorologiques plus clémentes réduisant le besoin de mobilité des groupes humains à la recherche de nourriture, un certain cadre de vie que les communautés humaines ont contribué à créer avec des accords de droits de propriété, le développement de la religion, une sphère domestique. Une économie de production et de commerce apparaît donc.

Dès l'apparition de l'agriculture en Mésopotamie et en Égypte, les premières structures administratives complexes se mettent en place. Parmi les traces écrites retrouvées, on peut citer un code juridique complet gravé dans la pierre de la stèle d'Hammourabi (datée de 1 750 ans avant notre ère), les comptabilités contenues dans les papyrus égyptiens, les tablettes de l'époque mycénienne en Grèce (1 100 ans avant notre ère), les cadastres de l'empire des Pharaons ou ceux des Romains : ils témoignent de l'importance des informations relatives à un territoire soigneusement consignées, faisant état d'une démarche de sécurité économique fort ancienne. Les enjeux de territoire, de souveraineté, de budget et de finance, avec ceux de la sécurité et de la défense sont primordiaux.

Des courants commerciaux terrestres et maritimes complexes existent donc dès le III^{e} millénaire avant notre ère, couvrant des milliers de kilomètres. Si on prend l'exemple du développement de la métallurgie du bronze, les contemporains savaient où trouver les minerais, les extraire et les assembler pour réaliser des alliages, bien que les gisements soient situés à de très grandes distances.

Les grandes civilisations qui ont bordé la mer Méditerranée ont pratiqué depuis plus de 5 000 ans d'intenses échanges commerciaux, culturels, etc. La recherche de domination de cet espace maritime a fait l'objet de multiples conflits. Le sud-est asiatique a aussi toujours vu des empires maritimes se constituer.



Système de routes commerciales entre les Romains et les Parthes, entre le I^{er} et le III^{e} siècle de notre ère.

Encart traitant de quelques jeux populaires, souvent de stratégie guerrière, dont des vestiges furent découverts lors de fouilles archéologiques et/ou alors provenant d'écrits parvenus jusqu'à notre ère et dont l'usage se poursuit sur tous les continents en soutien des apprentissages et de la formation.



Un *goban* traditionnel, avec des pierres noires et blanches

https://fr.wikipedia.org/

Fédération française de Go

Le jeu de *Go* serait le plus ancien jeu de stratégie combinatoire abstrait connu. Ses origines sont incertaines : la Chine ou le Tibet (il y a plusieurs millénaires). Son expansion en Asie a favorisé des développements de la part des coréens (vers l'an 500), puis des japonais (vers l'an 700).

C'est un jeu simple dans ses règles offrant une grande richesse combinatoire et nécessitant une stratégie complexe. Il oppose deux adversaires qui placent à tour de rôle des pierres, respectivement noires et blanches, sur les intersections d'un tablier quadrillé appelé *goban* en japonais (*qípán* en chinois). Le but est de contrôler le plan de jeu en y construisant des « territoires ». Les pierres encerclées deviennent des « prisonniers » : le gagnant est le joueur totalisant le plus de territoires et de prisonniers.



https://fr.wikipedia.org/

Le backgammon (connu aussi sous le nom de trictrac en Angleterre ou de jacquet en France) est un jeu très populaire depuis les temps anciens. Ses origines pourraient se trouver dans la Mésopotamie, l'Egypte, la Perse ou l'Inde. Selon les vestiges archéologiques trouvés, le jeu doit exister depuis plus de 6 000 ans. Le plus ancien plateau de jeu a été trouvé en Asie Mineure : il est daté de 5 000 ans avant notre ère, alors qu'un jeu très semblable au backgammon a été découvert dans la tombe appartenant au Pharaon Tutanhamon (XV^{e} siècle avant notre ère).

Selon une des nombreuses légendes, il y avait une population hindoue qui avait décidé de vérifier les capacités intellectuelles des Perses. A cette fin, ils ont envoyé un jeu d'échecs, étant absolument certain du fait que les Perses ne seraient pas en mesure de deviner comment y jouer. Mais le sage persan Buiziurcmehr aurait découvert le secret des échecs : il aurait, à son tour, proposé un nouveau jeu aux Hindous, le backgammon : ces derniers auraient mis 12 ans pour déterminer le but et les règles. Au III^{e} siècle avant notre ère, en Perse, le backgammon avait un caractère symbolique et mystique : les astrologues perses prédisaient le destin des dirigeants au moyen du jeu.



https://gusandco.net/



https://alortujou.com/produit/jeu-antique-senet/#gallery-1

Le *Senet* égyptien est le jeu de table le plus pratiqué par les anciens Égyptiens du Nouvel Empire et des époques qui suivirent, mais il existe depuis l'époque prédynastique. Cela est attesté sur des hiéroglyphes de 3 100 ans avant notre ère. Son nom (« *Snt* » en ancien égyptien) signifie « le passage », indiquant bien la valeur symbolique des jeux dans l'Egypte des pharaons : c'est un mélange de parcours, de course et d'affrontement.

Ses règles originelles demeurent imprécises, car reconstituées par déduction à partir de l'étude de textes anciens et divers. Ce jeu se joue avec un plateau de 3 rangées de 10 cases unicolores, des pions et quatre bâtonnets (chacun ayant une face plate et une face bombée) remplacés plus tard par quatre dés à deux faces blanche et noire. Une fois les dés lancés, on déplaçait ses pions, pour arriver le premier à atteindre le coin inférieur droit du plateau avec ses cinq pions.

Ce jeu n'a rien à voir avec la *petteia* grecque ni avec les *latroncules* romains, car c'est un jeu de parcours, avec des dés (astragales ou bâtonnets bifaces), et non d'un jeu de stratégie pure, comme les dames ou les échecs, qui sont des jeux beaucoup plus tardifs. Le *senet* appartient à la classe du backgammon (jeu de parcours), mais il n'en est pas l'ancêtre.

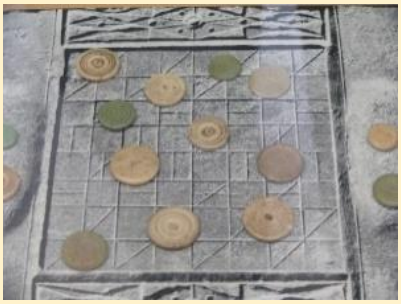




Awalé de Côte d'Ivoire

© Photos Auteur JP Damiano

Le jeu d'*Awalé* (ou *Mancala*, *Bao*, ou *Warri*) est un jeu dit de « semis » de type « compter et capturer » traditionnel en Afrique (notamment en Afrique de l'Ouest), au Moyen-Orient, en Asie du Sud-Est, en Amérique du Sud, etc. Son origine est difficile à établir. Il daterait de plusieurs millénaires. Au fil du temps, le jeu a évolué avec des variations dans les règles, la taille du support en bois (*mancala*), le nombre de graines, etc., en fonction des régions et des cultures. La partie commence en répartissant 48 graines dans les 12 cases. L'objectif des joueurs est de capturer le maximum de graines, selon des règles tempérant l'avidité des joueurs trop habiles afin d'équilibrer les parties. Ce jeu reflète la solidarité de personnes vivant dans une même société : *on ne peut soi-même récolter sans avoir joué le jeu des échanges*. Il est très utile pour enseigner le calcul mental, la numération et l'algorithmique. Il favorise le développement de la pensée stratégique, de la concentration, de la planification et de la résolution de problèmes.



https://fr.wikipedia.org/

Dès le IIe siècle avant notre ère, les Romains ont adopté sous le nom de ***ludus latrunculorum*** le jeu grec de stratégie nommé *Petteia* (πεττεία), connu au moins depuis Homère. Le jeu s'est répandu dans le nord de l'Europe : les Vikings l'auraient adopté vers la fin du VIIIe siècle sous le nom de *Hnefatafl*. Le champ de bataille est représenté par des plateaux quadrillés et les soldats symbolisés par des pions. Le but est de capturer, selon les règles, le plus grand nombre de pions adverses disposés sur un plateau carré (*tabula*), de 64 cases aux côtés des fantassins et des cavaliers de l'adversaire, symbolisés par des pions noirs ou blancs.



Image: 2005 X-TEK SYSTEMS – Québec Science

- Wikipédia
- Tony Freeth and Alexander Jones, The Cosmos in the Antikythera Mechanism, ISAW Papers 4, Feb.2012 : http://doi.org/2333.1/xgxd26r7
- Construction du premier ordinateur au monde - Grecs, horloges et fusées - Le mécanisme d'Anticythère, Clickspring, 2017

La machine d'Anticythère (-IIIe s. à - IIe s.), découverte en 1902, à bord d'une galère romaine naufragée, près d'une petite île de la mer d'Egée, est un exemple illustrant les transferts de savoir et de connaissance, par les élites romaines de la Grèce vers Rome. Il s'agissait d'un calculateur analogique décrivant les mouvements solaire, lunaire et des planètes visibles à l'œil nu, servant aussi à prévoir les éclipses.

Elle était en bronze et constituée de nombreux engrenages à base de roues dentées. Cicéron (106 -43), homme d'état romain évoquait de tels dispositifs dans ses écrits. L'ancien conservateur au Science Museum de Londres, Michael Wright, a été le premier à reconstituer une grande partie du mécanisme. Diverses réalisations numériques ou réelles ont été créées. La société horlogère suisse, Hublot, en 2012, présente sa montre hommage à la machine d'Anticythère en deux exemplaires (Musée National Archéologique d'Athènes et Musée des Arts et Métiers de Paris). Beaucoup de littérature existante est disponible.



https://www.herodote.net/

Les plus anciennes pièces connues sont les sept pièces trouvées en 1977, à Afrassiab, près de Samarkand en Ouzbékistan : petites figurines en ivoire, hautes de 3 à 4 cm datant environ du VIIe siècle. Le Chaturanga a été considéré comme l'ancêtre du jeu d'échecs mais cela s'est révélé inexact.

Le *Chaturanga*, ancien jeu de table indien, représente un combat de pions (l'infanterie, l'éléphanterie, la cavalerie et les chariots) à déplacer sur une sorte de damier. Les origines se situeraient soit en Inde du Nord (~VIe siècle), soit en Chine historique, soit dans les pays traversés par l'antique Route de la soie (connue alors sous le nom de *chatrang*). Le jeu s'est propagé à travers le monde islamique (sous le nom *shatranj*) jusqu'en Europe au Moyen Âge, vers l'an mille, par la mer Méditerranée (Espagne, Italie et Empire byzantin), ou par l'Angleterre et l'Allemagne depuis la Scandinavie en suivant les routes commerciales avec les Turcs. Les Arabes contribuèrent au développement et à l'approfondissement des échecs, en constituant une riche littérature échiquéenne.

L'Époque médiévale s'étend sur une période d'environ 1 000 ans entre l'Antiquité et l'Époque moderne, soit entre 476 (fin de l'Empire romain d'Occident) et 1492 (redécouverte des Amériques par Christophe Colomb et Amerigo Vespucci - le Canada aurait été exploré en 1021 par des Vikings). Certains historiens considèrent qu'elle débute à la création de Venise en 421, d'autres estiment qu'elle se termine en 1453 à la chute de Constantinople prise par l'Empire ottoman et la chute de l'Empire romain d'Orient. Plusieurs dynasties royales et impériales se succèdent comme celles des mérovingiens et des carolingiens durant la période du V^{e} au X^{e} siècle en contribuant aux développements du royaume de France et du christianisme. Des guerres dynastiques de pouvoir et des luttes contre les invasions ont lieu. A la fin du X^{e} siècle, les rois capétiens unifient leur royaume en créant une armée professionnelle, une monnaie, une administration et des juges. Ils s'entourent des meilleurs experts : c'est la naissance de l'État moderne.

Cette période voit l'essor du régime féodal, notamment en Occident chrétien entre les X^{e} et XII^{e} siècles : l'autorité centrale s'associe avec les seigneurs locaux et ceux-ci avec leur population, selon un système complet d'obligations et de services. La société est donc organisée en trois ordres autour de ceux qui gouvernent, à savoir le Roi :

- *bellatores* (ceux qui combattent) : les nobles (princes, seigneurs, chevaliers) qui protègent le pays contre les ennemis. Ce sont des guerriers qui ont conquis leur territoire et exercé le pouvoir par la force. Ils se placent sous l'autorité de l'Église pour avoir plus d'emprise sur leurs sujets ;
- *oratores* (ceux qui prient) : les hommes d'Église - le clergé. La vie monastique se développa, de nombreuses abbayes furent construites et des ordres religieux se constituèrent. Ce sont les personnes les plus instruites de la société ;
- *laboratores* (ceux qui travaillent) : les paysans (80 % à 90 % de la population) qui se placent sous la protection de seigneurs locaux qui les défendent contre les attaques de pillards et autres.

Les habitants des villes se libèrent des seigneurs, affirment leur autonomie communale et obtiennent des droits pour gérer eux-mêmes leurs affaires. Les métiers de l'artisanat se développent et se diversifient. Le temps du commerce est là : les confréries de métiers se créent, rédigent des règles commerciales et professionnelles et organisent la formation des jeunes artisans.

Un nouvel ordre apparaît, celui des marchands et artisans, qui réussit à acquérir un pouvoir politique dans la cité. Des associations professionnelles, en Europe médiévale, les guildes, rassemblent les métiers liés à l'artisanat (forgerons, tisserands, etc.), les commerçants et les négociants ainsi que ceux liés à l'art et à l'architecture. De même la corporation des nautes parisiens, attestée dès le I^{er} siècle par le célèbre Pilier des Nautes, témoigne de cette activité ancestrale. Au Moyen Âge, la Seine devient l'artère économique de Paris. La puissante corporation des marchands de l'eau, ancêtre de la municipalité parisienne, contrôle le trafic fluvial. Leurs objectifs sont de réglementer le commerce, de poser des normes sur la qualité des produits et les pratiques commerciales, de contrôler la production et de protéger les intérêts économiques, juridiques et sociaux des membres.

En Europe, des cités marchandes, des foires et des réseaux commerciaux voient le jour et se développent rapidement. Des échanges commerciaux, de techniques et d'idées ont lieu : la route de la Soie, la Hanse (ou ligue hanséatique, association de villes marchandes d'Europe du Nord), etc. Plusieurs inventions ont lieu, au XIII^{e} siècle, comme celles des horloges mécaniques complexes utiles pour la navigation, les métiers à tisser, les orgues d'église, etc. : c'est une période riche en innovations.

Les cités italiennes, Gênes et Venise, contrôlent les routes commerciales vers l'Extrême Orient et concentrent les arsenaux modernes : effort de stimulation de la recherche scientifique et des applications techniques. Des stratégies économiques et commerciales de la part de Venise, Gênes, des Banquiers Lombards, etc. sont mises en œuvre. Parallèlement, le Carnaval de Venise offre de nombreux défilés d'habitants déguisés avec des costumes fabuleux spécialement conçus pour les fêtes. Des spectacles pyrotechniques divertissent les spectateurs et les artificiers rivalisent d'ingéniosité pour les satisfaire.

Les guildes évoluent en corporations métiers et offrent une réputation d'excellence dans leurs domaines respectifs toujours en réglementant leur activité, se prêtant assistance pour des membres malades ou en difficulté (veuves et orphelins), protégeant leurs intérêts (production, vente, etc.) même en cas de problèmes ou de conflits et veillent à la transmission du savoir-faire. Elles sont administrées par un ou plusieurs jurés, exercent un monopole : un artisan doit adhérer pour exercer son métier. Le travail est donc organisé depuis le statut d'apprenti jusqu'à celui de maître :

- Dès l'âge de 12 ans, il est possible d'apprendre un métier durant quelques années. L'apprenti est logé et nourri par le maître mais sans salaire. Un contrat d'apprentissage lie le valet au maître qui assure cette formation. En cas de pénurie de main d'œuvre, le maître peut payer l'apprenti ;
- Une fois l'apprentissage terminé, il devient compagnon. Il reçoit alors un salaire, perfectionne son savoir-faire et fait la preuve de ses capacités en présentant, aux jurés, un chef-d'œuvre souvent complexe symbolisant sa maîtrise technique et son identité morale.

Cette œuvre, rendue obligatoire au XV^e siècle, ne pouvait être commencé par le compagnon qu'après 7 ans d'apprentissage et son Tour de France achevé.

La production d'un chef-d'œuvre répond au défi de vaincre les difficultés de la réalisation, en guise de passe-temps ou pour affirmer ainsi la valeur du Compagnonnage, pour remercier des bienfaiteurs ou aujourd'hui obtenir le titre de Meilleur Ouvrier de France.

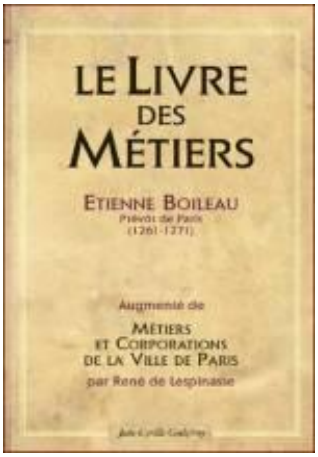


Serrure à pièges et secrets d'Emile Ottia, dit "Emile le Tourangeau", Compagnon Serrurier du Devoir (1808-1884), musée du Compagnonnage de Tours

© Photo par Nerijp - Travail personnel, 2008, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4837941

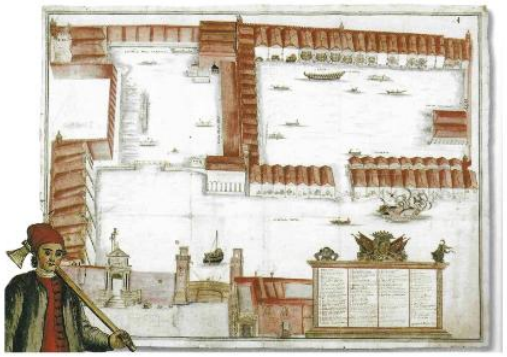
Les principes du compagnonnage sont l'excellence, la solidarité, la transmission des savoirs et la fierté. Son âge d'or est la période 1350-1450. Cependant, il est essentiellement masculin car les filles reçoivent plutôt des transmissions de savoir informelles dans la sphère domestique ;

- Une fois la validation acquise, le paiement d'un droit d'admission était obligatoire pour que le compagnon devienne maître, sinon il reste compagnon. Le maître a le droit de posséder un atelier, des outils et d'acheter la matière première. Il forme les apprentis et dirige la corporation.



Le livre des métiers est communément daté de 1268, *le Livre des métiers* d'Étienne Boileau, prévôt de Paris, à la demande du roi de France Louis IX (Saint Louis), fixe par écrit, les coutumes et pratiques de chaque corporation de Paris. *A cette époque, les règlements de métiers n'étant connus pour la plupart que par des traditions orales transmises de père en fils et de maître en maître, Etienne Boileau demanda à chaque communauté de métiers de rédiger ses statuts et décida, après homologation, de les réunir en un seul recueil. C'est ainsi que le Livre des Métiers comprend une première partie relative au statut des communautés (101 titres) et une seconde concernant les impôts, droits et redevances dus par les métiers (31 titres). Une troisième consacrée aux justices et juridictions, n'a jamais été rédigée (ou a été perdue)*.

Pour en savoir plus : Histoires d'universités, Blog de Pierre Dubois, 22 avril 2016 : https://histoiresduniversites.wordpress.com/2016/04/22/le-livre-des-metiers-1268/



Plan de l'arsenal de Venise au XVII^e siècle

Aquarelle d'Antonio di Natale, Musée Correr de Venise

L'arsenal de Venise, construit en 1104, inaugure les techniques de production standardisées et les partenariats publics-privés que l'on retrouve dans le développement des différentes marines mondiales. Il devient aux XIV^e et XV^e siècles, le plus grand chantier naval du monde occidental. L'exploration maritime se développe rapidement. Au plus fort de son activité, l'arsenal emploie 16 000 ouvriers assurant l'activité des fonderies, des fabriques (fusils, canons, cordages, rames et mâts), des entrepôts de bois, de charbon, de poudre, des ateliers d'artillerie.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Arsenal_de_Venise

C'est à Bologne (Italie) en 1088, à Oxford (Angleterre) en 1116, à Paris (France) en 1150 ou à Cambridge (Angleterre) en 1209, mais aussi à Toulouse en 1229 et à Montpellier en 1289 que se créent les premières universités où étaient enseignées les disciplines issues de l'Antiquité.

Les cours magistraux étaient oraux avec le soutien de quelques manuscrits : les maîtres lisaient les textes et des débats avaient lieu où argumentation et controverse étaient échangées et discutées. Il s'agit de corporations autonomes, régies par des règles propres, réunies sous l'autorité du Pape et constituées de quatre facultés : Arts, Droit, Médecine et Théologie, réparties entre divers collèges dont le plus célèbre est celui de la Sorbonne qui deviendra l'université de Paris.

Pour la navigation, l'usage de la boussole est généralisé au XIII^e siècle en Méditerranée. La cartographie se développe. Les anciens portulans (cartes marines manuscrites utilisées comme instrument de navigation) sont basés sur l'usage de la boussole pour la direction et l'échelle de distance pour l'évaluation du trajet parcouru. Les mesures de latitude, issues d'observations astronomiques, seront présentes sur les cartes au XVI^e siècle. Cependant, le calcul de la longitude étant plus complexe, le report sur les cartes ne se fait qu'à la fin du XVIII^e siècle.



Cette riche carte de la Méditerranée, de la fin du XV[e] siècle, rehaussée d'or, de Jacopo Maggiolo, cartographe officiel de la République de Gênes, a réuni une très riche iconographie - vignettes de villes, figures de souverains assis sur un trône en Europe, à l'entrée d'une tente en Afrique, navires aux voiles déployées dans l'Atlantique et Vierge à l'Enfant dans le cou du parchemin, etc.

Carte de la Méditerranée de Jacopo Maggiolo (1475-1551), cartographe officiel de la République de Gênes (cf. BNF Les essentiels) : https://essentiels.bnf.fr/fr/image/f311b061-95d7-418c-9469-cf191d279aaf-carte-marine-la-mediterranee-3

D'autres villes d'Europe connaissent un grand essor comme Prague, la troisième ville européenne la plus peuplée : c'est un centre culturel et religieux de première importance. On peut citer aussi Lille pour laquelle, le 3 avril 1347, Charles IV signe un décret décidant la plus grande opération d'urbanisme du Moyen Âge pour faire face à l'importante croissance démographique. Deux siècles plus tard, Lille connaît une période, le « siècle d'or », durant laquelle deux agrandissements successifs permettent des réaménagements et des constructions neuves ainsi que des festivités.

Durant le Moyen Âge, différents jeux existaient pour des classes sociales fort diverses. Dans les champs médiévaux, le travail était rude pour la plupart des habitants. En moyenne, sur une année, selon les situations, des jours de repos existaient comme les dimanches et une trentaine de jours « fériés » étaient répartis sur les douze mois. Les divertissements étaient des jeux de pions (échecs, dames, backgammon, etc.) et des jeux de dés répandus malgré les réserves morales, sans oublier que, selon les époques, les jeux de hasard étaient considérés comme provenant de la main du Diable. Des jeux littéraires (énigmes, rébus, jeux de mots, etc.) avaient également cours. Cependant, les jeux collectifs occupaient une place importante : ils étaient sportifs ou militaires tels les tirs à la corde, les joutes nautiques, la soule (jeu de balle vu comme un ancêtre du football et du rugby), les chamboule-tout, les jeux d'anneaux, etc. avec des tournois bien entendu. Ils faisaient apparaître des enjeux de pouvoir, de contrôle, de savoir-faire, etc. Si les adultes avaient leurs propres jeux, ceux des enfants leur permettaient de développer leur habilité, leur endurance et des compétences sociales. Les jouets étaient simples, faits de matériaux d'origine naturelle (bois, pierre, cuir, ficelles, etc.). Certains jeux étaient réalisés rapidement en dessinant des lignes gravées sur le sol et en utilisant des pierres en guise de pions qu'il fallait disposer de certaine manière pour gagner selon les règles établies. Les jeux étaient organisés pour se distraire et aussi pour apprendre à se défendre, à attaquer, à survivre, etc.

Le roi Charles V, dit le Sage, (1338-1380) restaure l'autorité royale suite aux défaites devant les Anglais et l'épidémie de peste noire (1347-1351). Il fonde la première librairie royale (future Bibliothèque nationale de France). Son règne marque la fin de la première partie de la guerre de Cent ans. En 1369, il promulgue une ordonnance qui interdit tous les jeux « *qui n'ont point d'utilité pour exercer nos dits sujets au maniement des armes* » (les dés, jeux de table, jeu de paume, quilles, palets, soule et billes). La pratique du tir à l'arc ou à l'arbalète est jugée plus noble.

Le Moyen Âge se termine avec une époque appelée les Temps modernes, constituée de la Renaissance, à la fois une période de l'histoire et un mouvement artistique (fin du XV[e] à la fin du XVI[e] siècle) avec une appropriation des savoirs antiques dans le domaine des arts, de la culture ou des sciences. Parmi les personnes qui ont marqué cette époque, on peut citer, Léonard de Vinci (1452-1519), peintre polymathe toscan de la Renaissance italienne, ingénieur, architecte et scientifique. Durant cette longue période, de graves crises ont existé comme des catastrophes climatiques, des famines, des épidémies et des guerres incessantes. Mais les jeux n'ont pas cessé d'être pratiqués.

Pour mémoire, les prémices de l'invention de l'imprimerie se situeraient en Chine dès le II[e] siècle. Au IX[e] siècle, les Chinois pressent des caractères en bois sur du papier : le Sūtra du Diamant est le plus ancien ouvrage complet imprimé parvenu à nos jours. Mais l'imprimerie à caractères métalliques mobiles date de 1450 : elle est due à Gutenberg (Johannes Gensfleisch) dans son atelier de Mayence en Allemagne. Elle a permis de diffuser les connaissances à plus grande échelle.

Vient ensuite la période de l'Ancien Régime (absolutisme monarchique) qui suit l'effondrement du système féodal. C'est le temps de la disparition de la servitude (déjà commencée au XII^{e} siècle) suite à un développement concomitant d'outils industriels. La nature de la monarchie et de l'État se transforme. L'époque des temps modernes se terminera avec la Révolution française de 1789 et son prolongement en Europe.

Sous le règne de l'empereur Charles-Quint (1500-1558) en Espagne, mais aussi au XVII^{e} siècle, en Angleterre, des penseurs ou mathématiciens proposent à leurs souverains des jeux de guerre rudimentaires basés sur des simples cases, des mouvements imposés, pas de hasard, etc.

C'est en 1596 que Barthélemy de Laffemas (1545-1612), conseiller d'Henri IV, propose de développer des chambres de métiers, de réduire les importations et de développer les manufactures royales sous l'impulsion de l'État. Le Roi engage une politique industrielle ambitieuse et bénéfique. L'exercice d'un métier, au XVI^{e} siècle, était difficile au vu des droits d'entrée pour un compagnon désirant devenir maître. Les corporations devinrent très conservatrices et opposées à tout progrès technique en limitant l'installation de nouvelles industries ou de nouveaux artisans. Les droits seront supprimés à la révolution française par le décret d'Allarde du 2 mars 1791 (loi du 17 mars 1791).

Dans un contexte de forte innovation technique (machine à vapeur, métier à tisser, etc.), elle sera suivie par la loi Le Chapelier du 14 juin supprimant toute réglementation concernant l'apprentissage. Le décret du 28 juin 1793, relatif au secours aux indigents et aux enfants abandonnés, précise que « *les enfants, secourus par la nation, parvenus à l'âge de douze ans et qui auront montré un goût et de l'aptitude pour une profession mécanique, seront mis en apprentissage aux frais de la Nation* » compte tenu du manque de main d'œuvre pour l'industrie.

Au milieu du XVII^{e} siècle, les corporations sont sollicitées pour financer l'État par des taxes diverses à cause des guerres engagées. Par exemple, un octroi sur toutes les marchandises entrant dans la ville de Paris est instauré. Jean-Baptiste Colbert (1619-1683), un des principaux ministres du roi Louis XIV (1638-1715), décide alors de donner les moyens financiers à des entrepreneurs afin de créer des manufactures, avec un prêt pour financer l'activité et le titre de manufacture royale. Ainsi, la manufacture des Gobelins, reprise par l'État, employa 60 apprentis en fin de stage, leur donna la maîtrise sans frais et les logea à proximité.

Durant les années 1670, l'ingénieur ordinaire de Louis XIV, architecte, cartographe et graveur, Gilles Jodelet de La Boissière, invente pour l'éducation du fils aîné du roi, le *Jeu de la guerre*, un jeu de cartes simulant des situations de guerre : « *Tout ce qui s'observe dans les marches et campements des armées, dans les batailles, combats, sièges et autres actions militaires, est exactement représenté avec les définitions et les explications de chaque chose en particulier* ».

10.3.3 La société industrielle

Dans la deuxième moitié du XVIII^{e} siècle, l'industrie connaît sa première révolution industrielle pour laquelle une grande partie de main d'œuvre va quitter l'agriculture ce qui entraîne une transformation des fondements économiques, financiers, sociaux et politiques : naissance d'une société commerciale et industrielle dominée par la production mécanisée. En considérant les révolutions industrielles qui vont suivre, cette période s'étendra sur deux siècles environ jusqu'à la fin du XX^{e} siècle. Le développement de l'État, l'abolition de l'esclavage et les guerres mondiales induisent des changements économiques importants. Un État « providence » voit le jour après la Seconde guerre mondiale dans les années 1945 afin de contribuer activement à la reconstruction du pays.

Une des premières Grandes Ecoles d'État, l'Ecole des Ponts et Chaussées, créée en 1747, marque l'avènement de l'ingénieur moderne et de l'école française. Elles offrent une formation spécialisée avec un accès direct au monde du travail, alors que les universités proposent une approche plus générale avec une ouverture à divers domaines d'étude. L'École nationale supérieure des mines de Paris, connue aujourd'hui sous le nom de Mines Paris - Paris Sciences Lettres, a été fondée en 1783, à une époque où l'exploitation minière représentait un secteur de haute technologie. Ce domaine faisait face à des défis majeurs en matière de sécurité des employés, de planification économique et de géopolitique, notamment en ce qui concerne l'accès aux matières premières rares ou stratégiques.

Il a fallu attendre la période de la fin du XVIII^{e} et le début du XIX^{e} siècle pour qu'il apparaisse une évolution de conception des jeux dans les domaines de la pédagogie (les jeux des enfants deviennent un impératif de développement), de l'éducation et de la stratégie militaire selon les besoins exprimés. Les travaux et expérimentations du pédagogue éducateur et penseur suisse, pionnier de la pédagogie moderne, Johann Heinrich Pestalozzi (1746-1827), influencera de nombreux pédagogues.

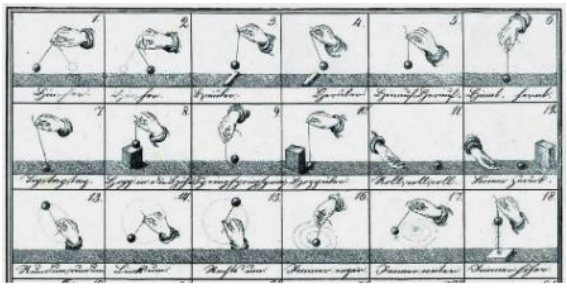


Boite optique : si l'on regarde dans la lentille, les figurines en étain placées au fond de la boîte sont considérablement agrandies. Photo R. Denis.

Le pasteur Jean-Frédéric Oberlin (1740-1826) de la communauté du Ban de la Roche, s'est rendu célèbre par ses méthodes originales. Il a fabriqué plusieurs dizaines de jouets (Musée d'Oberlin, Waldersbach) qu'il a introduits dans sa pédagogie, mêlant plaisir et amusement au service des apprentissages scolaires.

L'instruction est primordiale et doit être dispensée en toute égalité dans des écoles publiques, aussi bien aux pauvres qu'aux riches, pour les filles et pour les garçons, pour les enfants et les adultes.

L'enseignement doit être pratique, expérimental, rationnel et conduire des sens aux concepts.



Détail de la planche illustrative jointe à la brochure

Ein Ganzes von Spiel- und Beschäftigungskästen für Kindheit und Jugend: Zur Pflege des Familienlebens durch Pflege des Kinderthums und des Beschäftigungstriebes der Jugend

vers 1835 - Bibliothèque nationale suisse

https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/024733/2005-03-10/

Le pédagogue allemand, Friedrich Fröbel (1782-1852) cherche le bon système d'éducation pour les enfants. Il est l'inventeur du « Jardin d'enfants » et crée des jeux éducatifs (jeux de construction, jeux de balle, jeux d'anneaux, etc.). « *Il cherche à provoquer une exploration manuelle de solides, de surfaces, de lignes, de points… Grâce à leur manipulation, les enfants explorent les principes du mouvement, des mathématiques, de la transformation.* »

Le jeu est l'étape la plus importante du développement de l'enfant. Les formes géométriques symbolisent les lois du monde physique et moral. Ces abstractions font deviner aux enfants qui les contemplent et les manipulent l'organisation du monde.

Le Conservatoire national des arts et métiers (Cnam) a été fondé en 1794 par l'abbé Grégoire pour perfectionner l'industrie nationale. C'est aujourd'hui un établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel placé sous la tutelle du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. C'est un grand établissement spécialiste de la formation professionnelle supérieure. Il abrite le musée des Arts et Métiers, au cœur de Paris, qui conserve la plus ancienne collection industrielle et technologique au monde.

En 1796, dans la ville d'Épinal, dans les Vosges, Jean-Charles Pellerin lance des ateliers d'imagerie populaire afin de raconter la France à travers des gravures faciles à comprendre et vendues à bas prix. En parcourant les villes, les colporteurs les font circuler dans le pays. Les planches d'images sont thématiques et un bon support pour informer, apprendre les métiers, la religion, les batailles historiques, l'humour, etc. Dernière imagerie de France et d'Europe, l'Imagerie d'Épinal est un fantastique témoin de l'histoire, à travers ses collections.

Les images d'Épinal : ces gravures colorées qui racontaient l'histoire aux Français, France bleue, 20 mars 2026 :

https://www.francebleu.fr/emissions/stephane-bern-voyage-dans-le-temps/les-images-d-epinal-ces-gravures-colorees-qui-racontaient-l-histoire-aux-francais-6064826



L'École polytechnique est active en 1794 (formation de base ouvrant à tous les métiers de cadre technique, tant civils que militaires) et la première école d'ingénieurs industriels, l'École centrale des arts et manufactures (ou École centrale Paris - ECP) a été créée en 1829. D'autres créations suivent. Les jeux conçus dans un objectif « sérieux », affirmé dans le domaine militaire, sont plutôt apparus dans la période XVIII^{e} - XIX^{e} siècle. Par exemple, en 1772, Jacques-Antoine-Hippolyte, comte de Guibert (1743-1790), officier général, tacticien et écrivain français, membre de l'Académie française, invente le premier jeu de guerre en utilisant des figurines sur un terrain à éléments mobiles.

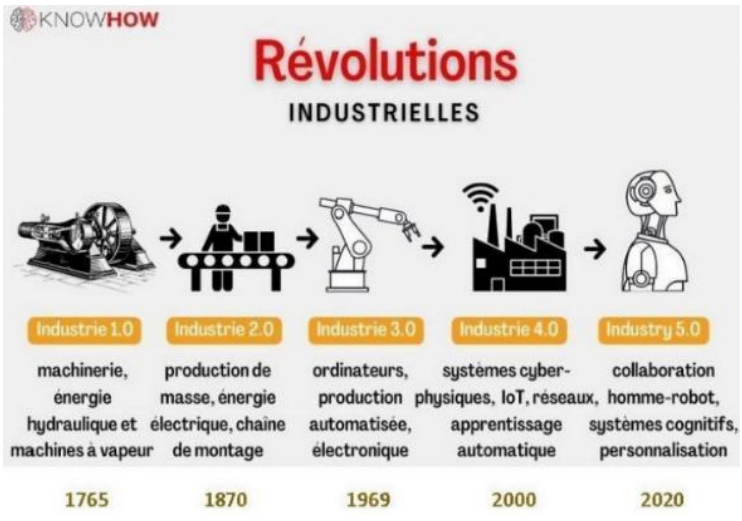
Mais c'est au début du XIX[e] siècle que Georg Heinrich Rudolf Johann von Reisswitz (1794-1827), officier de l'armée prussienne, fils de George Leopold Baron von Reisswitz (1764-1829), perfectionne le jeu de guerre inventé par son père (le *Krieg-schachsspiel* ou *Kriegspiel*, dès 1811). Il est considéré comme à l'origine du premier outil sérieux de formation et de recherche à vocation militaire, qui annonce un nouveau genre de jeu, le jeu de la guerre (*wargame*). Le premier système opérationnel est caractérisé par un haut degré de réalisme, avec un accent particulier mis sur l'expérience de la prise de décision plutôt que sur la compétition, et le recours à un arbitre pour garantir la flexibilité du système. Les nouvelles avancées innovantes en matière de cartographie et de théorie des probabilités pour créer un simulateur de combat suffisamment réaliste à des fins d'instruction ont permis à Georg Heinrich de produire un « jeu sérieux » utilisé dans l'armée.

Le jeu se présente sous la forme d'une table ornée d'un décor modulaire (échelle de 1:8000[ème]). Le relief du terrain (bois, rivières, ponts, routes, etc.) est figuré par du sable ; les troupes, symbolisées par de petits blocs de couleur, se meuvent naturellement à des vitesses variables en fonction de leur type (cavalerie, infanterie, etc.) et combattent de manière différente (au feu ou au corps à corps). Les généraux des deux camps sont dans une situation similaire à celle de leurs homologues de terrain réel d'où la nécessaire présence d'un arbitre. Le jeu et ses diverses versions furent très vite copiés par les armées du monde entier.

Les révolutions industrielles modifient durablement l'économie, la société et les villes. Cet essor technique sans précédent se traduit par des innovations ou des découvertes : la machine à vapeur, les turbines, les usines textiles, les réseaux ferroviaires, la nouvelle navigation (manœuvrabilité, puissance de feu, durabilité, etc.), le moteur à explosion, la lumière électrique, la transmission sans fil, le télégraphe, le téléphone, les accumulateurs et les générateurs électriques, etc. Puis au XX[e] siècle, les premières applications de l'électronique, la radio et la télévision, l'ordinateur, les avions, les télécommunications, l'internet, etc., permettent des progrès dans plusieurs secteurs primordiaux, le développement des machines, une utilisation plus importante des matières premières, une augmentation de la productivité, etc.

La première révolution industrielle a engendré de nouveaux problèmes, notamment :

- L'exploitation et les abus liés au travail des enfants ;
- Les conditions de travail dangereuses ;
- Les nouveaux quartiers ouvriers dans les villes - le surpeuplement (conditions de vie insalubres);
- La centralisation du pouvoir économique et politique entre les mains de nouvelles élites sans oublier les impacts sur la qualité de l'environnement.



Les révolutions industrielles

Illustration selon KnowHow / Distrele

- 1[ère] révolution - la production mécanique par l'énergie engendrée par la machine à vapeur, le développement des usines et du réseau ferré, l'émergence de la classe ouvrière ;
- 2[ème] révolution - la production de masse par les énergies électrique et pétrolière, les chaînes de montage, les progrès économiques et les lois protégeant le travail ;
- 3[ème] révolution - la production automatisée par l'apport des technologies de l'électronique et le développement de l'informatique et de ses applications ;
- 4[ème] révolution – l'introduction des nouvelles technologies : intelligence artificielle (IA), internet des objets (IoT), traitement des données numériques, cloud, processus de systèmes cyber-physiques[1], économie collaborative, transformation du travail et des échanges – industrie 4.0 ;
- 5[ème] révolution – l'intégration : intégrer les technologies de pointe dans tous les secteurs en plaçant l'humain au cœur du processus de production / Connecter les humains aux robots et les faire collaborer – industrie 5.0.

[1]*Les systèmes cyber-physiques sont des systèmes formés d'entités collaboratives, dotées de capacité de calcul, en connexion intensive avec le monde physique environnant et les phénomènes s'y déroulant, fournissant et utilisant à la fois les services de mise à disposition et de traitement de données disponibles sur le réseau*.

Cette révolution industrielle a créé de nouvelles classes sociales liées au capital et non à la terre :

- La bourgeoisie, qui détient les finances, le pouvoir économique et politique et qui, progressivement, remplace la noblesse. De nouveaux capitaux industriels voient le jour ;
- La classe ouvrière avec des ouvriers mal payés qui travaillent en usines ou à la mine, accomplissant des tâches difficiles dans des conditions déplorables ;
- La classe moyenne composée d'artisans, d'employés, de fonctionnaires et de professions libérales (avocats, médecins).

C’est une révolution technique, issue de la volonté, du dynamisme et de la réussite d’entrepreneurs qui ont su anticiper et accepter de supporter le risque financier et de réputation pour produire et convaincre. En effet, elle est le résultat d’innovations conçues et réalisées par des artisans et des ingénieurs qui ont su apporter des solutions techniques aux problèmes rencontrés.

Considérons le cas de l’invention, en 1733, de la navette volante, équipée de roulettes et placée sur une sorte de glissière, par John Kay (1704 - ~1779) qui est à l’origine d’une productivité sans précédent de l’industrie de tissage.

L’ingénieux système permet de lancer la navette d’un côté à l’autre du métier (avec un mouvement de va-et-vient). Le tisserand n’a qu’un geste à faire pour déplacer la navette. L’invention de ce système mécanique permet à l’artisanat textile de passer à l’étape industrielle avec le traitement de issus beaucoup plus larges, plus rapidement et avec deux fois moins d’ouvriers.



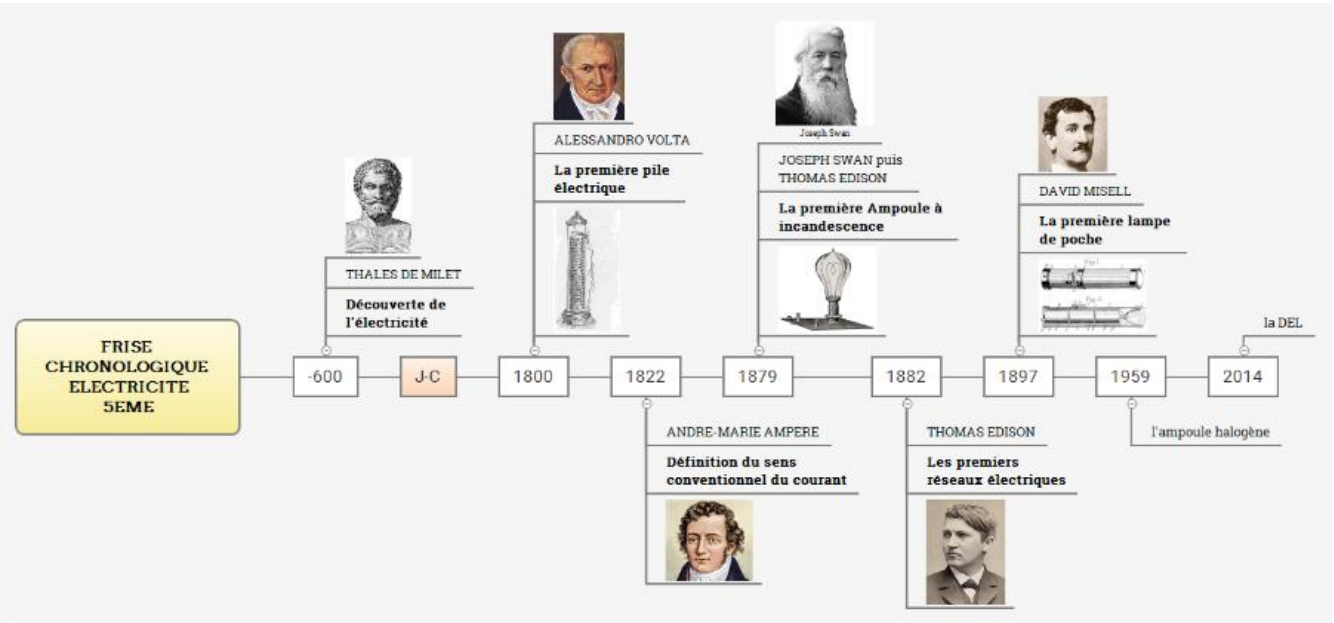
Tisserand, navette et temple
Paris, © Bibliothèque nationale de France
https://passerelles.essentiels.bnf.fr/fr/chronologie/article/24da506a-55d6-4da0-a051-1661d761e5ec-machine-tisser-john-kay



Navette volante et bobine
Etiquette manuscrite - "Navette volante / (1825) / don de Mr A. Jamin"
Musée d'Art et d'Histoire de Cholet
(n° inventaire : 898.102.1.1-2)
https://collections-musees.cholet.fr/fr/notice/898-102-1-1-2-navette-volante-et-bobine-musee-d-art-et-d-histoire-f478323c-1789-43dc-aa02-adb172e7d829

- Paul Mantoux, La révolution industrielle au XVIIIe siècle : essai sur les commencements de la grande industrie moderne en Angleterre, Société nouvelle de librairie et d'édition (E. Cornely), 1906. Thèse soutenue à l’Université de Paris (1896-1968). Faculté des lettres
- Joseph Aloïs Schumpeter (1883-1950), économiste et professeur en science politique autrichien naturalisé américain, connu pour ses théories sur les fluctuations économiques, la destruction créatrice et l'innovation
- Nikolaï Dmitrievitch Kondratiev (1892-1938) économiste soviétique célèbre pour sa théorie des cycles économiques

L’électricité est connue depuis l’Antiquité. Le savant grec et philosophe Thalès de Milet (~625 -~547) a observé qu’après avoir frotté un morceau d’ambre (résine fossile de couleur jaune à orangée), celui-ci pouvait attirer des objets ou créer des étincelles : il nomma ce phénomène « *élektron* » signifiant « ambre jaune ». Mais c’est en 1600 que l’astronome William Gilbert (1544-1603) fait clairement la distinction entre magnétisme et électricité statique. Il est à l’origine d’une longue série d’expérimentations dans toute l’Europe. Il utilise le terme « *electric* » en référence aux études des Grecs. Des connaissances plus approfondies se développent, particulièrement grâce aux fortes avancées expérimentales. Les aspects plus théoriques trouvent une formulation scientifique au XIXe siècle. C’est au XXe siècle que l'électricité révèle sa double nature corpusculaire et ondulatoire.



Source : Gouet-physique

L'électricité est une forme d'énergie qui est associée à la mobilité ou au repos de particules chargées positivement ou négativement. C'est donc un ensemble de phénomènes, créés par le déplacement de particules élémentaires, qui se manifeste sous forme calorifique, chimique, lumineuse, magnétique ou mécanique, dont les manifestations naturelles sont la foudre et la capacité d'attraction/répulsion qu'ont certains matériaux préalablement frottés. La production, le transport et les usages de l'électricité se développent rapidement à partir du milieu du XIX^{e} siècle, impactant de nombreux secteurs industriels, comme la métallurgie et la chimie, permettant l'émergence des télécommunications et de l'électronique, et provoquant des changements profonds du cadre de vie, notamment avec l'éclairage, l'électroménager, la radio et la télévision.

Pour plus de détails : Les essentiels de la BnF : https://passerelles.essentiels.bnf.fr/fr/ et le site de l'EdF : https://www.edf.fr/groupe-edf/comprendre/electricite-au-quotidien/essentiels/grandes-dates et Wikipédia

Au XIX^{e} siècle, l'Europe domine alors le monde de sa puissance technique et le processus d'industrialisation va s'accomplir autour de trois pôles principaux :

- L'industrie textile subit d'importantes transformations grâce à de nouvelles inventions (métier à filer mécanique, métier à tisser, etc.) : c'est le secteur employant le plus de travailleurs en Angleterre (industrie cotonnière) et en France (la laine et la soie) avec une position dominante ;
- L'industrie métallurgique associée à l'extraction du charbon (fabrication de la fonte). La production houillère se développe rapidement et de nouvelles machines à vapeur sont créées. La grande innovation de la révolution industrielle est sans nul doute cette découverte des capacités motrices de la vapeur. Cette nouvelle énergie remplace le plus souvent, quand cela est possible, des énergies traditionnelles : humaine, animale, naturelle (vent, eau) ;
- L'industrie chimique connaît de gros progrès dès le XVIII^{e} siècle. Des produits comme l'acide sulfurique et la soude sont synthétisés et utilisés dans de nombreux processus de fabrication, notamment dans l'industrie textile. Le XIX^{e} siècle marque l'essor de la chimie des colorants. Le secteur industriel de l'éclairage se développe avec l'utilisation des gaz provenant de la combustion du bois. L'industrie chimique française a une grande réputation mondiale : Lavoisier, Priestley, Berthollet, Scheele et bien d'autres chimistes posent les bases de la chimie moderne et leurs découvertes bouleversent rapidement l'industrie. Les problèmes de pollution et les graves nuisances engendrées obligent les usines productrices à s'installer hors des villes.

Les besoins de la grande industrie en travail qualifié peinent à être satisfaits. La priorité est donnée à la formation générale pour une intégration à la société : en 1850, 2/3 des actifs étaient analphabètes, et en 1914, ils n'étaient plus qu'environ 1/4. Le recensement de 1851 montre que le textile représente les 3/4 des emplois industriels dont le nombre a doublé entre 1806 et 1896 (6 millions). Les emplois agricoles constituent les 2/3 des emplois au début du XIX^{e} siècle et la moitié environ en 1850. Le chômage devient une véritable catégorie à la fin de ce siècle.

L'ère industrielle, avec la deuxième révolution industrielle, a entraîné une transformation majeure de la formation professionnelle, avec un développement massif de l'enseignement technique et professionnel et l'émergence de la formation continue. A la fin du XIX^{e} siècle, les Écoles nationales professionnelles (ENP) et les Écoles pratiques du commerce et de l'industrie (EPCI) assurent les premiers enseignements techniques pour former des ouvriers qualifiés. Mais la majorité des ouvriers reste sans qualification. Les lois Jules Ferry de 1881 et 1882, rendent l'instruction obligatoire en France pour tous les enfants, filles et garçons, de six à treize ans.



M. le général Loysel, à l'Assemblée nationale du 28 juillet 1874, détailla le fonctionnement de la Réunion des officiers (association d'étude et de travail) qui a pris l'initiative de l'introduction du jeu de la guerre adopté par la Prusse, ajoutant des perfectionnements.

La carte représente le théâtre des opérations avec ses combinaisons ingénieuses, développée sur la grande table de la bibliothèque de l'Assemblé nationale.

Le Jeu de la Guerre au cercle des officiers in L'illustration du 22 août 1874, n°1643, p.119 et 124 *sur le site de Gallica - BnF*

L'apprentissage se structure autour de l'école publique professionnelle (théorique, sélective) et de l'apprentissage en entreprise (pratique, inégalitaire). Cependant, l'apprentissage des filles reste contraint dans des filières aux débouchés limités. La loi Astier de 1919 instaure les cours professionnels de masse gratuits et obligatoires. Plus tard, la mise en place d'une taxe d'apprentissage permet de financer des formations. Les Certificats d'Aptitude Professionnelle sont créés.

Peu avant la Seconde guerre mondiale, des lois vont instaurer la création d'ateliers-écoles, l'obligation de l'orientation professionnelle et de l'apprentissage (apprenti, compagnon, maître) pour stopper la dégradation de cet enseignement, des écoles-centre de formation en vue de former des ouvriers qualifiés en trois ans, etc. Après le Front populaire, la loi du 9 août 1936, initiée par Jean Zay, prolonge l'obligation d'aller à l'école jusqu'à quatorze ans pour contribuer au développement de l'enseignement secondaire et à la création des collèges, mais les élèves titulaires du certificat d'études primaires pouvaient quitter l'école dès 11 ans. Les Centres de Formation professionnels deviendront les centres d'apprentissage, puis les Collèges d'enseignement technique (CET), puis les lycées d'enseignement professionnel (LEP), les lycées professionnels (LP), etc.

L'accélération du progrès technologique oblige une adaptation permanente des travailleurs. La formation continue est essentielle pour maintenir et actualiser les compétences des employés. Des cours du soir, des formations pour chômeurs et des programmes de recyclage professionnel se multiplient. L'Association nationale de formation professionnelle d'adultes (AFPA), créée le 11 janvier 1949 sous le nom d'Association nationale interprofessionnelle pour la formation rationnelle de la main-d'œuvre (ANIFRMO), forme des adultes à un premier niveau de qualification dans les secteurs du bâtiment et de la métallurgie en recherche de main d'œuvre.

Dans les années 1950, au vu du contexte de forte industrialisation, les besoins en main d'œuvre sont en augmentation constante. La forte croissance de l'enseignement technique est réelle. Dans le cadre d'une grande réforme de l'enseignement, le 6 janvier 1959, la réforme de Jean Berthoin, ministre de l'Éducation du général De Gaulle, président de la République, prolonge par ordonnance, l'instruction obligatoire jusqu'à l'âge de seize ans révolus afin de mener de front une politique de modernisation et de démocratisation du système éducatif. L'origine de cette réforme est la volonté de l'État pour favoriser l'égalité des chances.

En effet, à cette date, les trois quarts des jeunes prolongent leur scolarité au-delà de 14 ans : ce sont les enfants issus des milieux les plus défavorisés, ceux des ouvriers et des agriculteurs, qui sont le plus susceptibles de quitter l'école prématurément, afin de subvenir aux besoins financiers de la famille. En allongeant l'obligation scolaire de deux années jusqu'à seize ans, le gouvernement entend accroître leur niveau de formation et de culture générale et renforcer leurs chances d'ascension sociale.

C'est au milieu du XX^{e} siècle, que les jeux vidéo de simulation apparaissent. Ils tentent de reproduire le plus fidèlement possible, le pilotage d'un véhicule, la pratique d'un sport, mais aussi la gestion d'une entreprise, un jeu de casino, la guerre etc. Plusieurs programmes informatiques de simulations militaires et économiques, sont réalisés, en particulier par la RAND Corporation (centre de recherche travaillant pour les forces armées des États-Unis).

C'est avec l'arrivée de l'informatique dans divers secteurs que le concept de « jeu sérieux » commence à se diffuser dans les entreprises : apprentissage de gestes complexes, procédures de sécurité, protocoles en santé, formation aux techniques de marketing, etc. Des pionniers, comme Clark Abt (1927-), ont effectué des recherches et créé des jeux développant des compétences. Les dispositifs tels la radiodiffusion (communément la radio), la télévision, l'informatique et les ordinateurs vont permettre la création de programmes pédagogiques à vocation d'enseignement à distance ou situés sur le poste de travail. Ainsi dès les années 1960-1970, les premiers systèmes d'enseignement assisté par ordinateur (E.A.O.) voient le jour, en complément de l'école ou du lycée.

La 3ème révolution industrielle a lieu lors de la décennie 70. Les activités industrielles connaissent de nombreux changements et diverses compétences sont recherchées : professionnelle, technique et polyfonctionnelle (capacité à maîtriser plusieurs métiers complémentaires). Des nouveaux diplômes sont créés : certificats d'aptitude professionnel (CAP), certificats d'éducation professionnelle (CEP), brevets d'études professionnelles (BEP), etc. Les instituts universitaires de technologie (IUT) arrivent en 1966, les premiers baccalauréats de technicien en 1969 et les nouveaux bacs Pro, en 1985.

Le Département de la Défense américaine et sa division de recherche avancée mettent en place, en 1969, un réseau téléphonique expérimental, ARPANet, destiné à partager les ressources de ses quelques sites. Le réseau de la *National Science Foundation*, créé en 1984, va jouer le rôle d'épine dorsale pour la connexion d'autres réseaux. L'Internet est créé : il fédère les réseaux fonctionnant sous le protocole TCP/IP commun. En Europe, dans les années 1970-1980, on voit apparaître les premiers réseaux destinés à la recherche (EARN, BITNET, etc.). En France, les premières connexions ont lieu au début des années 1980 avec la première liaison réalisée grâce au Cnam et à l'Inria.

La France est à l'origine de la conception et de la réalisation du réseau d'ordinateurs Cyclades, concurrent et partenaire du réseau américain Arpanet, le premier à utiliser les datagrammes. Ce réseau est développé sous la direction du spécialiste du temps partagé Louis Pouzin, de l'Inria, en lien étroit avec le réseau américain Arpanet et le réseau britannique du *National Physical Laboratory* (NPL) de Londres. Ce sont les trois premiers réseaux informatiques opérationnels au monde entre 1969 et 1986.

Les concepts développés sur la congestion de réseau ont fortement influencé les protocoles Internet (TCP-IP). Cyclades fut privé de crédits dès 1975, puis stoppé en raison de l'ouverture du réseau public Transpac, d'une technologie différente, sur lequel repose le Minitel. Le développement s'est appuyé sur les infrastructures de Transpac et Télétel. L'État a créé, en 1990, un Réseau National de la Recherche (RENATER). Les internautes utilisent la messagerie électronique (*mailing lists*), les forums thématiques hébergés sur des sites web, les groupes de discussions (*newsgroups*), etc.

La première version du World Wide Web, est créée, en 1991, par Tim Berners-Lee, chercheur britannique au Centre Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN). Ce projet a été conçu et développé pour que des scientifiques travaillant dans des universités et instituts du monde entier puissent s'échanger des informations instantanément. Ce web 1.0 est statique, informatif et considéré comme une bibliothèque mondiale de documents accessibles à l'aide d'hyperliens, pour un partage rapide et facile de l'information. Les entreprises adoptent ce web à travers des sites servant de vitrine à leurs produits à des fins commerciales. Les scientifiques peuvent donc échanger leurs travaux, se documenter et avoir accès à des bases de données thématiques, etc.

L'apprentissage devient un véritable dispositif de formation reconnu et contractuel : le contrat d'apprentissage est adapté et devient un outil de professionnalisation reconnu au-delà des métiers manuels. Les premiers dispositifs d'alternance dans le supérieur commencent à se généraliser. Les apprentissages ou les formations classiques sont dispensés à l'aide de méthodes d'enseignement traditionnelles (conférences, cours magistraux, vidéos, en ligne ou en présentiel, etc.). Les auditeurs écoutent ou lisent de manière passive les informations transmises sans interaction directe avec une situation concrète. Mais à partir des années 1990, les possibilités offertes par l'internet, les jeux vidéo, la grande variété de formes de jeux, numériques ou non, provoquent l'apparition de nouvelles solutions de formation et d'apprentissage.

10.3.4 La société de l'information / Les sociétés du savoir

Ce type de société(s), que l'on peut nommer société 4.0, apparaît à la fin du XX^{e} siècle dans les pays qui ont la capacité d'exploiter les technologies de l'information et de la communication (TIC) disposant de moyens techniques et économiques performants avec une gestion efficace des flux de données numériques et un traitement de l'information en permanence et à tous les niveaux. Ces pays dominent le marché mondial et adoptent des politiques de valorisation des infrastructures des TIC donnant un essor considérable au marché des actions du secteur de la communication.

En ce qui concerne le web, des avancées notoires sont réalisées. Darcy DiNucci, spécialiste en stratégie technologique, a publié un article intitulé *Fragmented Future* (magazine *Print*, avril 1999) dans lequel le terme **web 2.0** a été utilisé pour la première fois, désignant un développement relatif à la création et au partage de contenu des sites web par les utilisateurs eux-mêmes : réseaux sociaux (Facebook, Twitter, etc.), blogs, forums en ligne, encyclopédies en ligne, portails de partage de photos et de vidéos, commercialisation en ligne, etc. Cette version du web reflète une stratégie de communauté créant son contenu de manière plus conviviale et informelle que dans la version 1.0. L'internet est interactif et social avec un contenu dynamique, particulièrement centré sur les utilisateurs. Il initie la croissance de Google, grâce à son modèle économique, à la recherche de contenus pertinents par mots-clés, etc. En même temps, le développement des diverses technologies permet de nouvelles évolutions du web 2.0.

Parmi celles-ci, on peut citer :

- Le web mobile (médias sociaux et applications mobiles sur smartphones, etc.) ;
- Le web^{2} (capteurs, objets connectés, métadonnées décrivant de manière normalisée des données ou des documents numériques) ;
- Le web OS (interface simple de navigation et accès à une multitude d'applications et de ressources disponibles dans le cloud) ;
- Le web ambient (relatif aux montres, enceintes, etc. connectées à des assistants numériques et autres dispositifs se pilotant à la voix, aux gestes, etc.).

Vers 2010, l'évolution technologique favorise une nouvelle version, le **web 3.0**, dont les avancées apparaîtront d'ici 2030. Il apparaît après le web 2.0 social et le web 1.0, base de développement de l'internet. Il s'agit de rendre le web lisible par les machines et pas seulement par les humains.

Il est peut-être défini comme :

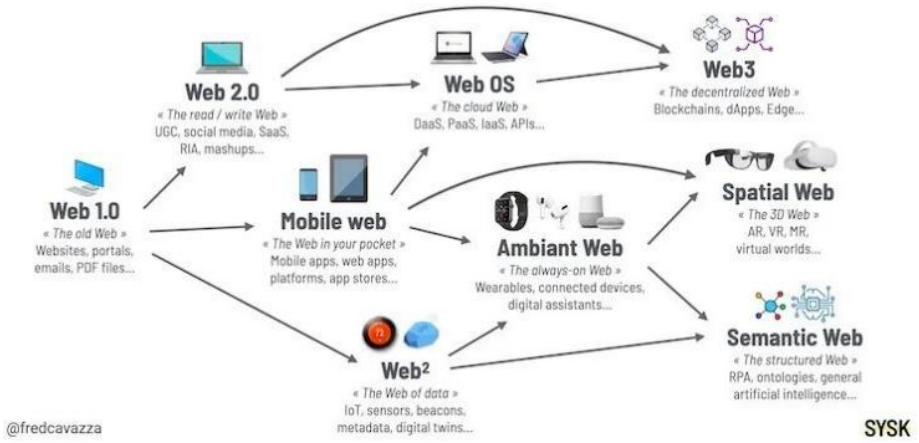
- Sémantique : capable de comprendre le sens des informations par l'IA et le *big data*, avec l'aide des métadonnées et des ontologies (modèles de données permettant de modéliser un ensemble de connaissances dans un domaine donné) afin de structurer l'information - agents intelligents, apprentissage automatique, personnalisation de la navigation pour les utilisateurs selon leurs préférences ;
- Décentralisé et spatial : constitué d'architectures distribuées grâce à la *blockchain (*système mondial décentralisé de base de données sécurisées et tracées*)* et à l'*edge computing* (exécution de diverses tâches par des ressources informatiques disponibles en périphérie du terminal - smartphone, drone, robot, etc.) : exemple des lunettes de réalité augmentée, pour une immersion 3D dans divers environnements.

Dans le Web 3.0, la technologie blockchain permet, grâce aux *smart contracts*, d'automatiser de nombreuses tâches (gérer la consommation d'énergie d'un quartier, par exemple) grâce à des protocoles qui, une fois lancés, n'ont pas besoin d'être surveillés ou contrôlés en permanence : il n'y a pas d'intermédiaires ou de tiers de confiance. Avec la décentralisation portée par ce nouveau Web, les cryptomonnaies (monnaie virtuelle ou numérique, émise de pair à pair, sans support physique, banque centrale ou intermédiaire humain) favorisent des transactions numériques directes entre les utilisateurs. C'est aussi le lieu des NFT (*Non Fongible Token*) qui sont des certificats de propriété associés à un objet/identifiant numérique (image, texte, son, etc.). Ils sont identifiés de manière unique sur la blockchain, non substituables par aucun autre.

Les évolutions du web coexistent au sens des architectures et des applications disponibles, des nouveaux services et des nouveaux usages.

Les entreprises sont encore nombreuses à être restées aux concepts du web 1.0 en sous-traitant l'exploitation des offres du web 2.0 et d'autres innovations d'où un risque de pertes de compétence à terme.

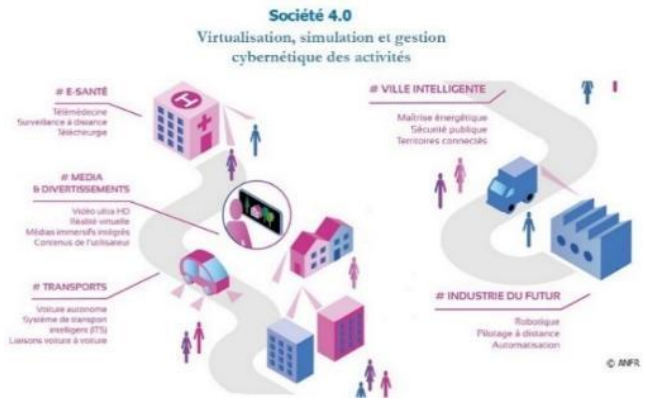
D'autres phases de développement - web 4.0, web 5.0, etc. - sont en cours.

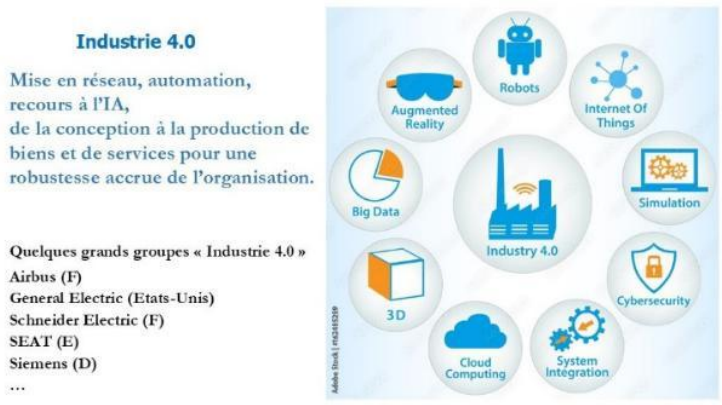


Fred Cavazza, Les différents stades d'évolution du web : 1.0, 2.0, 3.0, … 3 juin 2021 : https://fredcavazza.net/2021/06/03/les-differents-stades-devolution-du-web/

Cette quatrième révolution industrielle est plus connue sous le vocable de l'industrie 4.0. Son origine se trouverait, en 2011, en Allemagne sous l'impulsion de la chancelière Angela Merkel : les métiers de la production sont bouleversés par l'arrivée des nouvelles technologies numériques et par la nécessité de répondre rapidement à une demande diversifiée, de manière plus flexible, pour une fabrication de produits, de manière unique aussi peu chers que s'ils étaient en très grand nombre.

Elle consiste à accompagner ou remplacer les humains par des machines ou des robots et à transformer la fabrication en installations intelligentes intégrées à l'IoT. Il y a automatisation des processus avec les concepts de systèmes cyber-physiques, de réalité virtuelle, de réalité augmentée, de l'internet des objets, de l'intelligence artificielle, des agents conversationnels génératifs, de l'impression 3D et 4D, de la diffusion de l'information, du stockage et traitement des données, etc. avec des systèmes de virtualisation, de simulation et de gestion cybernétique des activités.





La numérisation, l'automatisation et la mondialisation modifient le marché du travail et son organisation. La formation professionnelle s'adapte aux évolutions technologiques. Cela révolutionne l'accès aux enseignements et formations à distance innovants, flexibles en temps et lieu, avec des modules dédiés réduisant les barrières à l'apprentissage. Cependant, les outils numériques, selon les contextes pédagogiques, techniques et organisationnels, seront plus ou moins efficients selon leur conception et donc plus ou moins bénéfiques pour les apprenants d'où l'importance de la qualité des contenus. Outre les compétences technologiques et numériques propres à chaque métier, des compétences transverses - savoir communiquer, travail collaboratif, créativité, etc. - sont recherchées.

Une véritable coopération est donc fortement recommandée entre les entreprises, les institutions de formation, les organismes de recherche et les pouvoirs publics, afin de concrétiser, par exemple, des partenariats public-privé anticipant les besoins en compétences et en investissements pour conserver et améliorer la compétitivité et le développement économique. Il s'agit de ne laisser personne en dehors d'un nouvel emploi ou d'une solution de reclassement au vu du contexte économique mondial. Un autre facteur clé est l'harmonisation des certifications au niveau européen et la reconnaissance croissante des compétences acquises par la Validation des Acquis de l'Expérience (VAE).



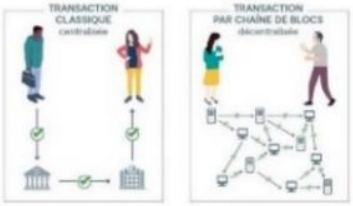
© Euridis Business School

Internet of Things (IoT)



© Futura Sciences

Blockchain ou chaîne de blocs



©MEFR

Wi-Fi



© Alcatel Lucent Entreprises

Réseaux haut débit 5G…



© ANFR

L'intelligence artificielle (IA)



Source : Siemens

Les jumeaux numériques



© Transorg Analytics

Le métavers (metaverse)



© Metavers Tribune

Robotique



Unimate, premier robot industriel

©Université de Limerick 1961

… **Quelques technologies existantes en ce début du XXIe siècle …**

Source : J.-P. Damiano, Villes et territoires intelligent(e)s, durables et résilient(e)s : éléments historiques, enjeux et défis, stratégies, modèles, gouvernances, réalités et futurs, IESF CA, Bull. n°1, p.10-27 (2024).

Parmi ces technologies, on s'intéresse à l'intelligence artificielle et aux technologies immersives qui deviennent incontournables dans l'élaboration de nouveaux dispositifs numériques d'apprentissage et de formation dans de nombreux domaines industriels, éducatifs, médicaux, etc. que ce soit dans le secteur civil ou militaire :

L'intelligence artificielle (IA) : avantages et risques

Elle a vu le jour au XXe siècle, mais c'est au début du XXIe qu'elle s'est fait connaître auprès du public par la mise à disposition de nombreuses applications comme les agents conversationnels, etc.

L'important gisement de données à traiter, issues de capteurs de diverses natures, constitue un ensemble de données non linéaires dans un espace de grande dimension (plusieurs milliards). Au vu de la complexité des problèmes mathématiques à résoudre, l'IA fait appel à l'observation permettant à partir de telles données de construire des modèles déterminant les structures identifiantes de ces données.

L'usage de réseaux de neurones artificiels avec des techniques d'apprentissage automatique (*machine learning*) ou profond (*deep learning*) a pour objectif de trouver des formes invariantes dans les données communes traitées en minimisant simultanément des sources d'erreur (biais, variance, etc.) et en déterminant un équilibre entre la performance de la prédiction et la capacité à généraliser au-delà de l'échantillon d'apprentissage.

La société devient de plus en plus dépendante du numérique. L'IA est omniprésente au sein de notre monde, qu'il soit physique ou cybernétique, civil ou militaire. Elle conditionne nos méthodes de travail, la conception de la recherche et nos interactions sociales. Elle transforme nos échanges commerciaux et impacte notre environnement (énergie, transports, etc.).

Elle est présente dans les smartphones, les agents conversationnels, les voitures autonomes, la médecine prédictive, la cybersécurité, les systèmes de recommandation, les réseaux sociaux, l'influence politique, etc. L'apport de technologies de l'IA - IA générative, IA agentique, agents IA, avatars, assistants vocaux, les grands modèles linguistiques (LLM), etc. bouleverse la manière de se former et d'apprendre. Des rappels sur les IA générative et agentique sont nécessaires.

IA générative	IA agentique
• C'est un système s'appuyant massivement sur des modèles de langage (LLM) ou des réseaux neuronaux entraînés avec de très grandes quantités de données afin d'apprendre des structures, des schémas, etc. et la possibilité de créer des données synthétiques en cas d'impossibilité d'accès aux bases ; • Elle crée du contenu qualifié (texte, image, vidéo, code, etc.) en fonction d'une demande ou invite (prompt) correctement écrite, fournie par l'utilisateur d'où une réponse personnalisée qui reste à éditer, valider et publier ; • Elle est réactive en adaptant et modifiant ses propositions selon les corrections amenées par l'utilisateur au fur et à mesure de la génération ; • Les IA génératives sont évaluées en fonction de la qualité, de la pertinence et de l'originalité des résultats produits ; • Intégration d'applications augmentées par l'IA dans divers logiciels et plateformes. Tableau élaboré à partir des sources suivantes : • https://www.ibm.com/fr-fr/think/topics/agentic-ai-vs-generative-ai • https://www.web-alliance.fr/blog/actualites/differences-ia-agentique-ia-generative/ • https://brightdata.fr/blog/ai/agentic-vs-generative-ai	• C'est une technologie plus «active» conçue pour fixer un objectif, planifier des actions, interagir avec des outils ou des données, exécuter un enchaînement d'étapes, et adapter son comportement en fonction du contexte ; • Elle analyse, planifie et agit de façon autonome pour atteindre des objectifs selon des scénarios complexes et des stratégies à plusieurs étapes : discerner, raisonner, agir et apprendre ; • Elle s'adapte de manière dynamique aux tâches et gère complètement les flux de travail ; • Elle est proactive en interagissant avec l'environnement et recueillant de multiples données (exemples en robotique, finance, urbanisme, etc.) en permanence sur leur environnement pour comprendre le contexte et prendre les décisions optimales ; • Les IA agentiques sont évaluées en fonction de leur succès dans l'accomplissement d'une tâche ; • Ces systèmes d'IA font appel à des agents IA conçus pour gérer des tâches et des processus quasi en autonomie. Les agents apprennent au fil du temps et s'adaptent en fonction de nouvelles données ou de nouveaux objectifs.

Parmi les avantages de l'IA :

- Possibilités de modules adaptés au niveau et au rythme des apprenants et des besoins (avatars IA, …) ;
- Ajustement fonctionnel en temps réel des contenus pédagogiques et de la chronologie ;
- Création de scénarios de formation plus immersifs et interactifs ;
- Evaluation de l'acquisition des connaissances et des compétences tout au long des sessions ;
- Disponibilité d'un réel multilinguisme dans les processus proposés augmentant ainsi l'engagement ;
- Suivant le marché et les demandes de compétences, une approche proactive dans les contenus.

Cependant il existe des risques, au niveau des plateformes de formation qui rassemblent plusieurs composantes essentielles de leur système d'information (SI) comme les contenus, les mécaniques de jeu, les cursus pédagogiques, les expertises, les dispositifs d'apprentissage, les données des utilisateurs, le bilan des évaluations, les certifications nécessaires, etc. Les sociétés doivent se donner les moyens de détecter les menaces, d'anticiper les risques stratégiques et opérationnels liés à l'adoption et à l'intégration de l'intelligence artificielle dans leurs processus. En effet l'exploitation des vulnérabilités des SI par des cyberattaquants a très souvent des conséquences graves aussi bien économiques, financières, sociales que de réputation. Cela impose de prendre en compte des règles de cybersécurité efficaces afin de protéger ces actifs et de garantir l'authenticité des productions des apprenants : confidentialité, intégrité et disponibilité des données et des algorithmes mis en œuvre. De plus, les systèmes d'intelligence artificielle (SIA) utilisés sont aussi tenus de respecter les principes d'éthique (respect de la vie privée, équité et transparence).

Parmi les autres risques concernant les apprenants :

- Biais algorithmiques : ce sont des erreurs systématiques dans les algorithmes de machine ou *deep learning* conduisant à des résultats injustes ou discriminatoires. Les caractéristiques des corpus d'entraînement des SIA doivent être connues afin de ne pas amplifier les préjugés socioéconomiques, ethniques et sexistes existant dans les données, susceptibles d'attaquer l'équité et l'inclusivité de l'enseignement ;
- Hallucinations et aberrations de l'IA : des informations erronées, dénuées de sens ou de pure invention, peuvent apparaître, induisant en erreur les évaluations - des précautions sont alors indispensables ;
- Manque de personnalisation : une approche trop générique peut produire des réponses loin des attentes et des besoins spécifiques des utilisateurs limitant de fait l'efficacité de l'apprentissage ;
- Isolement et enfermement dans une bulle cognitive : l'interaction principalement numérique risque d'isoler les apprenants, limitant les relations humaines et le processus cybernétique pour un apprentissage équilibré. La bulle ne doit pas devenir un écosystème permanent, mais un espace temporaire durant le temps d'une session d'apprentissage ou de formation ;
- Risque de duperie : il y a nécessité de transparence sur l'identité de l'interlocuteur (IA ou humain) pour éviter toute confusion ou tromperie ;
- Il y a un risque certain d'affaiblissement cognitif des utilisateurs car il faut bien connaître le fonctionnement du cerveau et respecter certaines règles cognitives pour que l'IA générative développe l'intelligence humaine et ne l'appauvrisse pas ;
- La production d'un texte ou d'un discours structuré et organisé sont les clefs du fonctionnement du cerveau, du maintien et du développement de la « performance cognitive » (« *lógos* » où la pensée rationnelle, le discours organisé comme l'instrument principal on peut même dire la clef de voûte du puissant effort intellectuel des grecs). C'est cette technique ou méthode qui a mené l'Occident où il en est actuellement en termes de sciences, d'art et d'humanité.

Références :

- Petite histoire de l'intelligence artificielle, Les Temps Electriques, Y. Meneceur, Blog 12 juillet 2018
- Petite histoire de l'IA, Parlons Science, 27 janvier 2021
- L'IA au service des professionnels de la formation : un outil à mettre dans de bonnes mains, Callimedia Blog, 1er mars 2024
- Cyberattaques sur les LMS : prévenir plutôt que guérir, E-Learning Letter, newsletter du 15 janvier 2025
- 3 façons innovantes d'utiliser l'IA pour le développement de serious game, Emeraude Escape, 16 janvier 2025
- Jean-Pierre Damiano, Enjeux et défis majeurs du cyberespace : cybermenaces, cyberattaques, cybersécurité, cyberdéfense, … Partie 1, IESF CA, Bull. n°2, p.14-43, Avril 2025
- Ne pas enfermer les apprenants dans une bulle, E-Learning Letter, newsletter du 2 juillet 2025
- Conseil de l'Europe, Histoire de l'intelligence artificielle
- Wikipedia, Histoire de l'intelligence artificielle

Les technologies immersives

Elles mettent en situation des utilisateurs dans un environnement numérique où ils sont capables d'interagir à travers leurs capacités sensorielles et motrices (déplacement, ressenti physique, immersion sonore, etc.). Elles font appel à des technologies complémentaires pour la captation de données (localisation, captation de mouvements et de données physiologiques, etc.), leur analyse et leur traitement (vision par ordinateur, IA, etc.). Elles existent dans de nombreux secteurs d'activité - le jeu vidéo, la santé, la formation, la conception de prototypes, le sport, l'industrie, etc. Elles favorisent la mise en œuvre d'expériences d'apprentissage efficient personnalisées, interactives, engageantes et réalistes, ainsi que des contenus évolutifs s'adaptant aux exigences du marché du travail, en offrant une meilleure gestion du temps et une bien meilleure rétention des connaissances acquises (mémorisation des processus, des gestes, etc.).

Les technologies immersives englobent notamment la réalité étendue (*eXtended Reality* ou XR) qui inclut la réalité augmentée (*augmented reality* ou AR), la réalité mixte (*mixed reality* ou MR), la réalité virtuelle (*virtual reality* ou VR) ou une combinaison de ces dispositifs. Elles sont des parties prenantes dans la formation professionnelle assurant un continuum entre l'environnement réel et l'environnement virtuel.

Réalité augmentée (AR)



Techniciens de maintenance expérimentant le casque HoloLens

https://www.berger-levrault.com/fr/

Réalité virtuelle (VR)



Entraînement des pompiers à la gestion des incendies

https://www.pompiercenter.com/

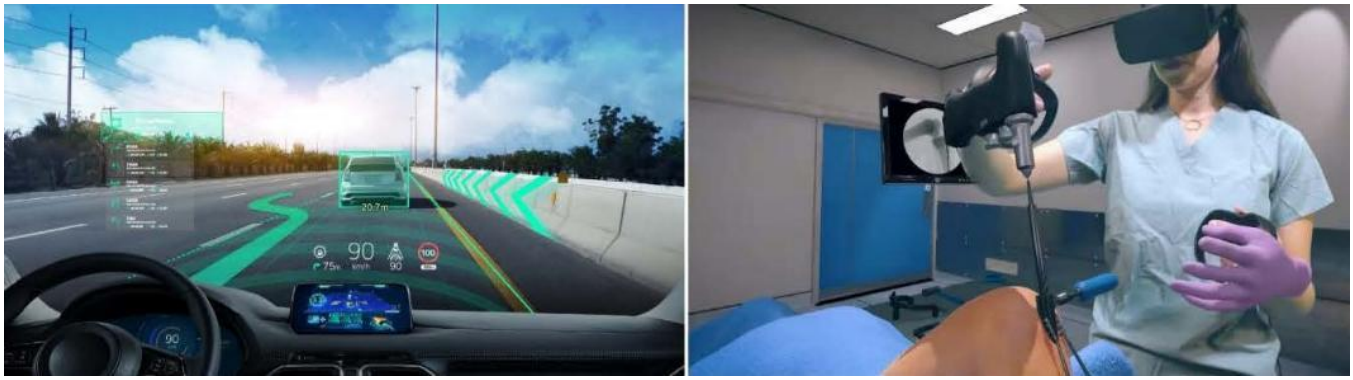
Simulation numérique



Dassault Aviation / Simulia

Dans le domaine des sciences pour l'ingénieur, les savoir-faire tiennent une place importante. Aussi les travaux d'ingénierie actuels s'appuient sur l'une des technologies de l'industrie 4.0 à savoir la réalité augmentée (RA) considérée comme un outil de réalité mixte permettant de scénariser le monde virtuel sur un écran et d'offrir des interactions avec le monde réel. La RA offre en temps réel, une couche d'objets, générée par l'ordinateur, superposée à l'objet physique réel. Les objets virtuels apparaissent alors dans le même espace que les objets du monde réel.

La réalité augmentée conserve donc le monde physique réel et y ajoute des éléments virtuels (sons, images 2D, 3D, vidéos, etc.) alors que la réalité virtuelle remplace complètement ce monde réel par un univers artificiel et, de ce fait, le caractère d'immersion y est plus élevé (l'utilisateur est totalement plongé dans l'expérience virtuelle) qu'en réalité augmentée. La réalité augmentée est très utile pour les apprentissages, par exemple, car elle fournit des informations directement dans notre champ de vision. La réalité virtuelle, de son côté, est particulièrement efficace pour la formation, les simulations et les loisirs, car elle permet de vivre des expériences impossibles dans un environnement réel. Bien que différentes, elles sont complémentaires et leur rôle prend de l'importance au vu des situations contextuelles à considérer.



Réalité augmentée versus réalité virtuelle (extrait de 3EI, Vrignat et al., 2026)

Ainsi les apports de la VR et de l'AR montrent que l'expérimentation concrète d'apprentissage s'enrichit notablement dans les domaines de l'industrie manufacturière, de la maintenance, de la santé (la chirurgie plus particulièrement), de la microélectronique, etc. Les risques sont virtuels et les apprenants réitèrent leurs sessions de formation pour parfaire l'acquisition des connaissances afin d'éviter les conséquences graves suite à une erreur de décision.

L'essor des technologies numériques a profondément transformé les méthodes d'analyse et de validation dans l'ingénierie. Grâce aux avancées en modélisation mathématique et en calcul haute performance, il est désormais possible de reproduire virtuellement le comportement de systèmes complexes à travers des simulations numériques.

Ces approches permettent d'explorer un large éventail de scénarios sans recourir à des prototypes, tout en offrant une compréhension plus fine des phénomènes mécaniques ou thermiques. Elles s'inscrivent ainsi comme une alternative fiable, rapide et économique aux essais traditionnels, tout en apportant une véritable valeur ajoutée dans l'optimisation des produits.

Dans le cadre de l'enseignement scientifique, les travaux pratiques paraissent particulièrement adaptés à l'application de la réalité augmentée : les apprenants interagissent avec des objets physiques (le matériel d'expérimentation) et des objets virtuels (les données de mesure) ce qui améliore nettement leurs compétences expérimentales, l'apprentissage de concepts théoriques ainsi que la pensée critique et la capacité à résoudre les problèmes complexes comme dans le domaine de la maintenance industrielle.

Ainsi, grâce à la RA, les étudiants peuvent acquérir une maîtrise des savoir-faire, associé à des concepts de haut niveau.

En Suisse, la Haute école fédérale en formation professionnelle (HEFP), présente sur plusieurs sites (Zollikofen, Lausanne et Lugano, Olten et Zurich), est à l'origine du projet MARHVL qui a mené une étude sur l'efficacité de la réalité augmentée pour l'apprentissage, en la comparant non pas à l'enseignement frontal, mais à des solutions techniques déjà utilisées, telles que la vidéo et la réalité virtuelle. Il apparaît que la réalité virtuelle s'est révélée efficace tout en mettant en évidence des limites à observer si l'on souhaite passer de la simple exécution à un apprentissage approfondi des procédures. Le projet Sketch to Pipes prend la suite de MARHVL, avec le soutien du consortium BeLEARN. Un de ses objectifs est d'utiliser la réalité augmentée pour soutenir les personnes en formation professionnelle dans le développement de leurs aptitudes spatiales et compétences en dessin technique.

De plus, les méthodes immersives permettent le développement des compétences psychosociales ou comportementales (*soft skills*) faisant appel au savoir-être - capacité à communiquer, faculté à travailler en équipe, empathie, créativité, adaptabilité, esprit critique, confiance, gestion du stress, etc. L'immersion devient un dispositif de sécurisation des compétences que ce soit en milieu industriel ou en milieu universitaire. La formation se rapproche des conditions réelles d'exercice.

Références :

- Les technologies immersives : https://www.entreprises.gouv.fr/secteurs-dactivite/numerique/les-technologies-immersives
- Année 2025 : https://formation-professionnelle-mag.fr/formation-professionnelle-ces-5-tendances-revolutionnaires-vont-tout-changer-en-2025/
- Réalité virtuelle : https://www.realite-virtuelle.com/realite-etendue-xr-explication-pour-tous/
- Xavier Grison, La dynamique de montée en maturité des ruptures technologiques, Cahiers de la RDN - Faire face à la recomposition du monde, Regards du Centre des hautes études militaires (CHEM) - 70ème session, p. 185-199 : https://www.defnat.com/e-RDN/vue-article-cahier.php?carticle=382&cidcahier=1264
- Yann Quinsat, Kévin Godineau, Vincent Gourcuff, Ines Vasques, Réalité Augmentée en enseignement des Sciences pour l'Ingénieur : Application au réglage des systèmes de production, La Revue 3E.I, n°119 - 2ème trim. 2026, p.56-65 : https://see.asso.fr/wp-content/secure-file/linkfile.php?file=1777391613hRcmrTlGrw
- Pascal Vrignat, Manuel Avila, Jérôme Fabre, Stéphane Begot, Florent Duculty, Jean-Christophe Bardet, Bernard Robles, Réalité Augmentée : Un Retour sur Expérience pour des étudiants en Bachelor Universitaire de Technologie (GEII), *La Revue 3E.I, n°119 - 2ème trim. 2026, p.66-77 :* https://see.asso.fr/wp-content/secure-file/linkfile.php?file=1777391613hRcmrTlGrw
- Maturation technologique, Tech. Ing. : https://www.techniques-ingenieur.fr/glossaire/maturation-technologique

---



35ème édition de la Fête de la Science

Région académique Provence-Alpes-Côte d'Azur

du 2 au 12 octobre 2026

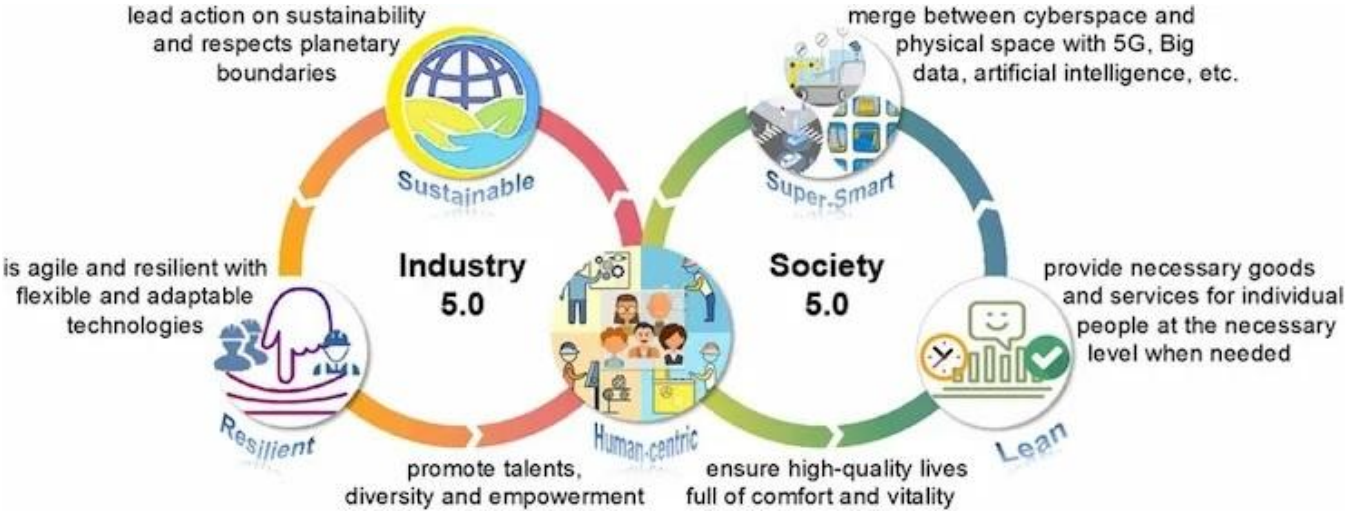
https://www.fetedelascience.fr/

Appel à participation aux laboratoires de recherche, entreprises, établissements scolaires, associations et toute structure pratiquant ou cultivant les sciences souhaitant organiser un événement durant la prochaine Fête de la science

---

La société de l'intégration

Le premier quart du XXI[e] siècle est derrière nous et une nouvelle société, la 5.0, remettrait l'humain au cœur des enjeux car la connexion intégrée homme-machine doit profiter des nouvelles technologies pour améliorer la qualité de vie en respectant la nature - objectifs de développement durable des Nations unies (ODD). Parallèlement, il est défini une cinquième révolution industrielle, visant à intégrer les technologies de pointe tout en plaçant l'humain au cœur du processus de production. Cela consiste à connecter les hommes aux robots et à les faire travailler ensemble…



Source : KnowHow / Distrelec

Le Japon a initié ce type de société numérique intégrationnelle au début du XXI[e] siècle et a beaucoup investi dans les TIC. Les données collectées dans le monde physique sont analysées dans le cyberespace, puis utilisées pour optimiser les processus du monde réel.

Selon les besoins de la société et pour répondre aux défis de la société (vieillissement de la population, baisse du taux de natalité, catastrophes naturelles, etc.), les techniques du *big data*, de l'intelligence artificielle, de l'internet des objets, de la robotique, les plateformes numériques, etc. sont exploitées pour proposer de nouvelles solutions dans différents secteurs. En 2020, le Japon a formalisé son programme en *New Growth Strategy*. C'est une cocréation de valeur avec les consommateurs, les travailleurs, les communautés locales, la communauté mondiale et l'environnement naturel, dans l'objectif d'une stratégie de croissance efficiente.

Toutes ces actions sont basées sur une collaboration effective entre le gouvernement, l'industrie, le monde académique et les citoyens. Cependant, une telle société ne suffit pas à résoudre les problèmes du développement humain à l'échelle mondiale. De manière concrète, la sécurité numérique est essentielle pour que la confiance numérique soit réelle et résiliente dans les réseaux de télécommunication, la cybersécurité des systèmes industriels, les systèmes digitaux, les algorithmes et les systèmes de l'IA générative, les applications logicielles, les assistants numériques, les composantes de l'internet des objets (IoT), etc.

Le terme cyberespace désigne l'ensemble du maillage des réseaux de télécommunication, des réseaux informatiques, de tous les systèmes informatiques, avec les processeurs, les mécanismes de sécurité, les opérateurs sans oublier les utilisateurs. Le cyberespace concerne les domaines privés et professionnels, dans les secteurs économiques, financiers, administratifs, étatiques, etc. avec des échanges de toutes sortes de données ou d'informations au niveau mondial de manière quasi instantanée. Devenant un espace de tensions et d'oppositions où les impacts politiques, stratégiques, économiques et de menaces peuvent déstabiliser les États et leurs structures vitales, il est considéré comme le 5[ème] milieu de conflictualité, après la terre, les mers et océans, les airs et l'espace. Il s'agit donc de maintenir une très grande vigilance dans le cyberespace. En effet, les risques d'attaque de systèmes informatiques sur les infrastructures d'une compagnie, d'une industrie, d'un complexe industriel vital, d'un État, d'une organisation privée ou publique, de ses systèmes d'information, constituent des cybermenaces. Ces dernières font partie intégrante de la vie numérique : il est donc essentiel de bien s'en protéger.

Ces projets de société et d'industrie du 5[ème] type et leurs objectifs d'intégration de l'humain sont en cours de conception et de construction, avec des phases expérimentales. Ils nécessitent, entre autres innovations, de maîtriser des architectures particulières de communication, par exemple celles d'une nouvelle évolution du web, le web 4.0 (certains parlent du web 5.0), basé sur la version 3.0, dont le développement complet serait achevé d'ici 2040 avec une adoption plus tardive par le public.

Le web 4.0 se caractérise par une approche plus collaborative, centrée sur l'utilisateur et interactive grâce à une connectivité forte entre les personnes et les objets connectés, tant dans le monde physique que dans le monde virtuel. Ses qualificatifs programmés sont l'intelligence (interactions basées sur l'IA tenant compte du contexte, agents), la symbiose (association intime et durable entre les humains et l'IA), l'immersion (expériences de réalité virtuelle étendue et de visualisation 3D, métavers, jumeaux numériques), l'autonomie (réseaux auto-réparateurs et auto-optimisateurs), la décentralisation (basée sur la blockchain et axée sur la communauté) et la sécurité (cryptographie post-quantique et autres process). Les domaines d'application sont les villes intelligentes, durables et résilientes, la médecine, la finance, l'éducation avec l'apprentissage interactif et adaptatif, etc.



Source : Web 4.0 Explained - A Brief! Agile District, 2022

Parmi les défis :

- La sécurité des gisements de données personnelles et professionnelles, des réseaux, etc. au vu du contexte de cybermenaces et de cyberattaques, etc. ;
- La scalabilité ou la capacité à répondre à la très forte sollicitation de services ;
- Le web 4.0 se veut convivial d'où le défi de l'accessibilité : pour éviter une fracture numérique irréversible dans la population, il est nécessaire de développer des technologies d'assistance à la portée de tous les utilisateurs.

Le XXI^{ème} siècle est considéré comme un siècle de rupture technologique, scientifique et des usages. Mais dans les domaines civil et militaire, toutes les technologies n'ont pas le même stade de maturité.

La Commission européenne adopte, en juillet 2023, une stratégie sur le web 4.0 et les mondes virtuels afin d'accompagner la prochaine transition technologique et de faire en sorte que les citoyens, les entreprises et les administrations publiques de l'UE puissent disposer d'un environnement numérique ouvert, sécurisé, digne de confiance, équitable et inclusif. Elle considère la numérisation comme l'un des principaux moteurs de l'économie et le web 4.0 comme une transition technologique majeure vers un monde interconnecté sans discontinuité, intelligent et immersif. La taille du marché mondial des mondes virtuels est estimée à plus de 800 milliards d'euros d'ici à 2030.

Le caractère symbiotique du web 4.0 et l'hyperconnectivité désirée des utilisateurs, seront effectifs quand les travaux novateurs de recherche sur les interfaces cerveau-ordinateur (ICO) et/ou cerveau-machine (ICM), systèmes permettant de traduire une mesure de l'activité cérébrale en des messages ou commandes pour une application interactive, auront montré des résultats prometteurs efficients répétitifs. Ces interfaces issues de la convergence entre les neurosciences et le domaine de l'intelligence artificielle, connaissent une expansion rapide dans divers domaines : restauration de la mobilité pour les personnes paralysées, rééducation motrice ou cognitive, suivi de prothèses, amélioration de la communication pour les individus atteints de troubles de la parole, contrôle de fauteuils roulants ou d'éditeurs de texte uniquement grâce à leur activité cérébrale pour des personnes en situation de handicap moteur lourd, estimation de l'état mental, etc. Concernant les applications, il est nécessaire de veiller à un comportement éthique durable quant à l'exploitation des résultats.

De nombreuses équipes de recherche travaillent en France et à l'étranger, par exemple :

Au sein de l'Inria, le NERV Lab est pluridisciplinaire et soutenu par les institutions françaises Inria, Inserm, CNRS et Sorbonne Université. L'équipe est située à l'Institut du cerveau de Paris (ICM) à l'hôpital Pitie-Salpetrière, l'un des grands centres médicaux européens.

Le programme de recherche est novateur et se situe à l'intersection entre le génie biomédical, les systèmes complexes et les neurosciences cliniques : mieux comprendre l'organisation structurelle et fonctionnelle du cerveau humain en bonne santé et dans la maladie.

potioc Novel Multimodal Interactions for a Stimulating User Experience

Potioc (*Novel Multimodal Interactions for a Stimulating User Experience*) est une équipe-projet commune entre l'Inria, l'Université de Bordeaux et le CNRS, hébergée au sein du centre Inria Bordeaux - Sud-Ouest. Elle conçoit, développe et évalue de nouvelles approches exploitant l'interaction multimodale pour favoriser une expérience utilisateur stimulante : exploration d'approches basées sur la réalité mixte, l'interaction tangible, les ICO et les interfaces physiologiques. Depuis deux ans, Potioc se concentre sur les aspects liés aux ICO dans les domaines de l'éducation, de l'art, du bien-être et de l'accessibilité.

Consulter : Le rapport d'activité / Les vidéos Vimeo

Bivwac

Building Immersive Visualizations for Welfare, Awareness, and Comprehension

Une nouvelle équipe conjointe entre Inria (centre de l'Université de Bordeaux) et le CNRS (LaBRI), Bivwac (*Building Immersive Visualizations for Welfare, Awareness, and Comprehension*), se focalise sur des questions liées à l'interaction humaine-machine (IHM), la réalité mixte et la visualisation. La mission de l'équipe est d'étudier de nouvelles formes d'expériences de visualisation immersives et interactives qui visent à améliorer la compréhension des données et des phénomènes complexes.

https://bivwac.fr/fr/outils/

- Conférence : « Les interfaces cerveaux-ordinateurs » (vidéo), conférence de Fabrizio De Vico Fallani à l'occasion de la Fête de la science 2022, Institut du cerveau, 8 octobre 2022
- Dimitri Mourtzis, The Metaverse in Industry 5.0: A Human-Centric Approach towards Personalized Value Creation, Encyclopedia - Collection Encyclopedia of Digital Society, Industry 5.0 and Smart City - 2023, vol.3, n°3, 1105-1120 : https://doi.org/10.3390/encyclopedia3030080
- Une stratégie pour placer l'UE à l'avant-garde du web 4.0 et des mondes virtuels, Commission européenne - Communiqué de presse, 11 juillet 2023 : https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip_23_3718
- L'enjeu d'une Interface Cerveau Ordinateur fonctionnant pour tout le monde, Hello Future, Orange, 16 janv. 2024 : https://hellofuture.orange.com/fr/lenjeu-dune-interface-cerveau-ordinateur-fonctionnant-pour-tout-le-monde/
- Fondation pour la recherche sur le cerveau : https://www.frcneurodon.org/

10.3.5 Références thématiques non exhaustives

Histoire

- René Leblanc, L'enseignement professionnel au début du XXe siècle, Paris : Cornely, 1905 : https://archive.org/details/lenseignementpr00leblgoog/page/n209/mode/2up
- P. Astier et I. Cuminal, L'enseignement technique industriel et commercial en France et à l'étranger, Dunod et Pinat, 2ème edition, 1912 : https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k945967p.textelmage
- Jean-Pierre Guinot, Formation professionnelle et travail qualifiés depuis 1789, Domat-Montchrestien, 1947 : https://www.sudoc.abes.fr/cbs/DB=2.1/SRCH?IKT=12&TRM=01546217X
- Antoine Léon, Histoire de l'éducation technique, Coll. Que sais-je ? Presses Universitaires de France (PUF), 1961 : https://www.puf.com/antoine-leon
- Yves Lequin, L'apprentissage en France au XIXe siècle : rupture ou continuité ? In: Formation Emploi. N.27-28, 1989. Numéro spécial. L'enseignement technique et professionnel, repères dans l'histoire (1830-1960) pp. 91-100 : DOI : https://doi.org/10.3406/forem.1989.1356 - https://xww.persee.fr/doc/forem_0759-6340_1989_num_27_1_1356
- Collectif Revue d'histoire moderne et contemporaine, tome 40 N°3, juillet-septembre 1993. Apprentissages XVIe-XXe siècles : https://www.persee.fr/issue/rhmc_0048-8003_1993_num_40_3
- Claude Pair, L'Education pour le vingt et unième siècle: questions et perspectives, In: La Formation professionnelle, hier, aujourd'hui, demain, 1998, p.231-251. Bibliothèque Numérique de l'UNESCO : https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000114824_fre
- Brucy Guy, Troger Vincent. Un siècle de formation professionnelle en France : la parenthèse scolaire ? In: Revue française de pédagogie, volume 131, 2000. Les formations professionnelles entre l'Ecole et l'Entreprise. pp. 9-21; doi :https://doi.org/10.3406/rfp.2000.1040 - https://www.persee.fr/doc/rfp_0556-7807_2000_num_131_1_1040
- Des Longitudes et des Mers : Science et Progrès, Frédéric Bretar, Association francophone de la topographie, Revue XYZ, n°104, 3ème trim. 2005, p.61-68
- Quelques points de repère sur l'histoire de la formation professionnelle de 1789 à nos jours. Contribution de Robert Chartre - IHS FERC, CGT Educ'action du Rhône, Septembre 2014 : https://www.ferc-cgt.org/IMG/pdf/quelques_points_de_repere_histoire_de_la_fp.pdf : *L'institut de recherche sur les enseignements techniques et professionnels (IRETEP) avait publié de nombreux extraits des travaux émanant de chercheurs ou d'historiens : Bernard Charlot, Madeleine Figeat, Alain Ferneix, Lucie Tanguy et bien d'autres*

- La formation professionnelle au Moyen Âge et à l'époque moderne : diversité et enjeux, L'atelier du centre de recherches historiques, sous la direction de Mathieu Marraud et François Rivière, n°24, 2022 : https://journals.openedition.org/acrh/25398 Mathieu Marraud et François Rivière, Introduction : http://journals.openedition.org/acrh/25404 ; DOI : https://doi.org/10.4000/acrh.25404

  François Rivière, Postface : https://doi.org/10.4000/acrh.25609
- Evolution, caractéristiques et enjeux de la formation professionnelle nouvelles technologiques depuis 50 ans : https://www.ispring.fr/blog/les-enjeux-de-la-formation-pour-l-entreprise, 27 mai 2025
- Philippe Aghion, Introduction et Révolution agricole, urbanisation, idées. Innovation et croissance à travers l'histoire, 7 octobre 2025 : https://www.college-de-france.fr/fr/agenda/cours/innovation-et-croissance-travers-histoire/introduction-et-revolution-agricole-urbanisation-idees
  Philippe Aghion est professeur du Collège de France. Il est théoricien de la croissance par l'innovation. Philippe Aghion a reçu le 10 décembre 2025 le prix Nobel d'économie, avec le Canadien Peter Howitt et l'historien américano-israélien Joel Mokyr. Il est le cinquième Français à décrocher cette distinction créée en 1969.
- Nouvelles tendances technologiques en 2026 : comprendre, anticiper et innover, Bpi France, Servir l'Avenir : https://bigmedia.bpifrance.fr/nos-dossiers/nouvelles-tendances-technologiques-en-2026-comprendre-anticiper-et-innover#les-impacts-des-technologies-emergentes-sur-les-
- Histoire de la navigation sur la Seine : des bateaux royaux aux croisières privées : https://bateau-a-paris.fr/fr/actualites/histoire-navigation-seine-bateaux-royaux-croisieres-privees
- Le blog Ressources Emploi-Environnement-Entreprise-Elearning-Ecommerce-Études Formation (B.R.E.F.) : https://leblogbref.wordpress.com/
  Constitué de bibliothécaires de La Médiathèque de Levallois, le blog B.R.E.F. (Blog Ressources Emploi-Environnement-Entreprise-Elearning-Ecommerce-Études Formation) repère, présente et met en perspective avec pluralisme des informations sur l'orientation scolaire, les métiers, la vie professionnelle et l'activité économique, entre histoire, actualité et évolution : https://leblogbref.wordpress.com/2019/05/23/le-travail-au-moyen-age-de-quelle-maniere-le-moyen-age-a-pense-et-pratique-le-travail/
- Jean-Luc Déjeans, Histoire de l'apprentissage et de la formation alternée, Association Française pour le Développement de l'Enseignement Technique (AFDET) : https://www.afdetfrance.org/afdet_images/histoire_apprentissage_formation_alternee_jean-luc_dejeans.pdf
- Histoire de l'apprentissage en France, Isidoreo : https://isidoreo.solutions/histoire-apprentissage-en-france/
- Hominédés.com, Les évolutions de l'Homme : https://www.hominides.com/dossiers/ecriture-origine-naissance-premieres-ecritures/
- Musée du compagnonnage : https://www.museecompagnonnage.fr/genealogie/presentation/maitres-compagnons-corporations
- Formation-Evolution : les grandes étapes : https://www.formation-evolution.fr/formation-professionnelle-les-grandes-etapes-de-son-evolution/
- Institut National de Formation et de Recherche sur l'Education Permanente : https://www.infrep.org/
- Sciences et technologie de l'information et de la communication pour l'éducation et la formation (STICEF) : https://sticef.org/STICEF
- Institut de recherche archéologique préventive : https://frise-chronologique.inrap.fr/
- France Université Numérique, les MOOC : https://www.fun-mooc.fr/fr/

Société

- Yves Courrier, Société de l'information et technologies. Point of Views Archives. Paris, Unesco, 2000 : http://www.unesco.org/we-bworld/points_of_views/courrier_1.shtml
- Abdul Waheed Khan, La science dans la société de l'information, Publications de l'UNESCO, Sommet mondial sur la société de l'information, 2003 : https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000133021_fre
- La société de l'information, Rapport : Nicolas Curien et Pierre-Alain Muet, Conseil d'Analyse Economique, La Documentation française. Paris, 2004 : https://www.vie-publique.fr/files/rapport/pdf/044000180.pdf
- Sally Burch, Société de l'information /Société de la connaissance, extrait du livre Enjeux de mots : regards multiculturels sur les sociétés de l'information. Ouvrage coordonné par Alain Ambrosi, Valérie Peugeot et Daniel Pimienta, C & F Éditions,5 novembre 2005 : https://vecam.org/2002-2014/article516.html
- Atsushi Deguchi, Chiaki Hirai, Hideyuki Matsuoka, Taku Nakano, Kohei Oshima, Mitsuharu Tai, Shigeyuki Tani, What Is Society 5.0? In: Society 5.0. Springer, Singapore, 30 May 2020 : https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-2989-4_1
- Narvaez Rojas, C.; Alomia Peñafiel, G.A.; Loaiza Buitrago, D.F.; Tavera Romero, C.A. Society 5.0: A Japanese Concept for a Superintelligent Society. Sustainability 2021, 13, 6567 : https://doi.org/10.3390/su13126567
- Pierre Henri "Até" Chuet, Au-delà du cockpit. Adoptez les méthodes des pilotes de chasse dans votre quotidien, D.Brief, Edition D. Brief (autoédition), 2022 : https://dbrief.org/produit-audeladucockpit/
- Sihan Huang, Baicun Wang, Xingyu Lin, Oai Zheng, Dimitris Mourtzis, Lihui Wang, Industry 5.0 and Society 5.0-Comparison, complementation and co-evolution, Journal of Manufacturing Systems, vol.64, July 2022, p.424-428 : https://api.semanticscholar.org/CorpusID:251122694
- Le Japon et l'industrie 5.0 : vers une société superintelligente et durable, 23 mai 2025, Industrie 5.0, Actualité internationale : https://territorialchallenges.com/2025/05/23/le-japon-et-lindustrie-5-0-vers-une-societe-superintelligente-et-durable/124389/
- Solveig Fernagu, À quelles conditions le numérique pour apprendre peut-il être capacitant ? Association Internationale de Pédagogie Universitaire (AIPU) 2025 - Enseigner, Apprendre, Accompagner : perceptions croisées des transformations à l'ère du numérique, EPF (ex-École Polytechnique Féminine), Cachan, Octobre 2025 : https://hal.science/hal-05249741v1

Histoire des jeux

- François Pingaud, Pascal Reysset, Awélé : Le jeu des semailles africaines, Éditions Chiron, 1993, 110 p. (ISBN 978-2-7027-0502-5)
- Denis Marie-Noële, Ercker Alain, Les jouets dans la pédagogie du pasteur Oberlin au siècle des Lumières. In: Revue des sciences sociales, N°45, 2011. Jeux et Enjeux. pp. 134-139. DOI : https://doi.org/10.3406/revss.2011.1369
- Bertrand Marne, John Wisdom, Benjamin Huynh-Kim-Bang, Jean-Marc Labat. The Six Facets of Serious Game Design: a Methodology Enhanced by our Design Pattern Library. *Seventh European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL 2012)*, Sep 2012, Saarbrücken, Germany. pp.208-221, ⟨10.1007/978-3-642-33263-0_17⟩. ⟨hal-00739124⟩
- Justine Ancelin, Clément Babu, Sophie Bobet-Mezzasalma, Quentin Boscolo, Amaël de Montgolfier, Céline Ducroux, Yvan Hochet, Albane Lejeune, Maïté Roux, Les serious games en bibliothèque. Définition, enjeux & usages, Journée d'étude, Enssib, Villeurbanne, 24 octobre 2012 : https://www.enssib.fr/bibliotheque-numerique/documents/60535-les-serious-games-en-bibliotheque.pdf
- Erwan L'Her, Yvon Croguennec, Des jeux au service de l'apprentissage : les « *serious games* ». Développement et utilisation des « *Serious Games* » en santé, Société Française de Médecine d'Urgence (SFMU), Chap. 93, 2014 : https://www.sfmu.org/upload/70_formation/02_eformation/02_congres/Urgences/urgences2014/donnees/pdf/093.pdf
- Phil Wilkinson, A Brief History of Serious Games. In: Dörner, R., Göbel, S., Kickmeier-Rust, M., Masuch, M., Zweig, K. (eds) Entertainment Computing and Serious Games. Lecture Notes in Computer Science, vol 9970. Springer, Cham. (2016). https://doi.org/10.1007/978-3-319-46152-6_2
- Mathieu Vermeulen. Une approche meta-design des learning games pour développer leur usage. Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain. Sorbonne Université, 2018, https://theses.hal.science/tel-01871048v3
- Anne-Sophie Boutaud, Serious game : quand le jeu s'immisce dans la formation, Blog l'MTech. Institut Mines-Télécom Business School, 7 mars 2019
- Jean-Marie André, Martin Giblin, Pascal et Platon. Le jeu… À la lumière de Jacques Darriulat, revue Hegel (Healthcare, Environment, Global health, Ethics & Science, Lifestyle), p.360-363, 2023 / N°4 : https://stm.cairn.info/revue-hegel-2023-4-page-360?lang=fr
- Stéphane Goria, Formes et apports du jeu pour innover. Petite histoire des pratiques et recherches actuelles. Technologie et innovation, 2023, Le jeu pour innover, 8, p.1-9, https://hal.science/hal-04095981v1
- Stéphane Goria, Au moins 2800 ans d'histoire et d'innovation en termes de jeux sérieux et autres activités ludo-utilitaires. Technologie et innovation, 2025, 10 (3), pp.1-1, https://hal.science/hal-05088348v1
- Stéphane Goria, Introduction: A brief history and variety of Games for Serious purposes. Stéphane Goria. Serious Games and Innovation Gains. Think Innovation through Games, vol.9, ISTE, Wiley, pp.xiii-xxiii, 2025 : https://hal.science/hal-05008541v1, https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9781394372591.fmatter
- Le modèle économique Lego : analyse complète et perspectives 2025, Perspectives Stratégiques Web & Développement (PSWD), 10 avril 2025 : https://pswd.fr/modele-economique-lego/
- Fédération française de Backgammon : https://www.ffbg.fr/
- Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) « Jeu et Sociétés » : https://ludocorpus.org/jouer-au-moyen-age-societes-pratiques-et-representations/
- Jeux et divertissements (BnF) : https://essentiels.bnf.fr/fr/societe/jeux-et-divertissements/
- Universalis : https://www.universalis.fr/
- Wikipédia : https://fr.wikipedia.org/

10.4 Suite de l'article

La suite de cet article a le sommaire suivant :

Dispositifs numériques d'apprentissage et de formation

- Revue détaillée (non exhaustive)
- Quelques exemples d'application des dispositifs ludiques d'enseignement dans divers domaines *Agroécologie, géographie et aménagement, management, apprentissage, formation et recherche, acquisition de compétences psychosociales, prévention, santé, médecine militaire, résilience cognitive, crises hybrides, cyber ou conflits asymétriques, wargames (wargaming), cybersécurité, ministère de l'Intérieur*

Les « jeux sérieux » comme exemple de stratégie d'enseignement

- Définition et caractéristiques
- Marché mondial
- Conception et réalisation
- Investissements publics, éléments de financement et aspects budgétaires

Conclusion, tendances et perspectives

Références et sources

- Références complémentaires
- Sources complémentaires
- Quelques plateformes et sociétés spécialisées

10.5 Vous pouvez lire la fin de cet article avec le lien suivant :

https://drive.google.com/file/d/1UOjnlYztDP_p1-Oat8YCpfZW_hmN0Dfl/view?usp=drive_link

10.6 Conférences et manifestations

22-24 janvier 2026
l'INSPÉ Lille HdF Villeneuve d'Ascq
https://www.inspe-lille-hdf.fr/actualites/detail-actualite/serious-game-jam

28-29 janvier 2026, Paris
https://www.learningtechnologiesfrance.com/
avec HR Technologies France

Global Skills Week, 25-26 mars 2026
Washington (D.C.), EU d'Amérique
https://www.qs.com/conferences/global-skills-week

9 avril 2026, Innovative Learning Paris Porte de Versailles
https://t-dl.fr/

Assises Françaises d'Étude du Wargaming 2026 23-23 avril 2026, Lyon
https://afew2026.sciencesconf.org/

Rencontre Jeux et Enjeux 10-12 juin 2026, Dijon
https://jeux-enjeux2026.sciencesconf.org/

Serious Games and Applications for Health 29-31 juillet 2026, Rio de Janeiro, Brazil,
https://www.segah.org/2026/

https://conf.seriousgamessociety.org/

Joint Conference on Serious Games 3-4 décembre 2026, Valetta, Malta
https://jointconference-on-seriousgames.org/2026

10.7 Publications récentes de l'auteur

- Jean-Pierre Damiano, *Intelligence artificielle et souveraineté numérique. Enjeux et défis du XXI[ème] siècle pour la protection du citoyen*. Compte-rendu et nombreux compléments explicatifs de la conférence du général Patrick Perrot (coordonnateur Intelligence Artificielle et Administrateur des données, codes sources et algorithmes pour la Gendarmerie Nationale) et de la table ronde, 26 avril 2023, Nice
- Jean-Pierre Damiano, *ChatGPT-4 - Comprendre, démystifier, s'approprier*. Compte-rendu et compléments explicatifs du colloque-débat à l'initiative de l'Espace Ethique Azuréen (EEA) du CHU de Nice & du DESH de la Faculté de Médecine, 2 juin 2023, Faculté de Médecine de Nice
- La cybersécurité : contexte, enjeux, constats et perspectives, IESF CA, Bull. n°1, p.5-24, 2023
- Jean-Pierre Damiano, Villes et territoires intelligent(e)s, durables et résilient(e)s : éléments historiques, enjeux et défis, stratégies, modèles, gouvernances, réalités et futurs, IESF CA, Bull. n°1, p.10-27, 2024
- Jean-Pierre Damiano, Enjeux et défis stratégiques en mer Méditerranée, Conférence, AG IESF CA, Polytech Nice Sophia, 10 avril 2025
- Jean-Pierre Damiano, Enjeux et défis majeurs du cyberespace : cybermenaces, cyberattaques, cybersécurité, cyberdéfense, Partie 1, IESF CA, Bull. n°2, p.14-43, 2025
- Bruno Blaive, Jean-Pierre Damiano, Florent Mattei, *Comportement à risque et prévention des addictions*, Stage d'observation en milieu professionnel (classe de seconde) / « Prévention : Drogues, Addictions, Violences intrafamiliales », Caserne Ausseur - Lycée des Eucalyptus, Gendarmerie des A-M., 16-27 juin 2025, Nice

Auteur : Jean-Pierre DAMIANO
Ancien ingénieur de recherches (UniCA CNRS)
Docteur ès sciences, docteur en électronique
Conseiller IESF-Côte d'Azur et membre URSI-France

https://cv.archives-ouvertes.fr/jean-pierre-damiano
https://www.researchgate.net/profile/Jean-Pierre_Damiano
Contact : jean-pierre.damiano@univ-cotedazur.fr

Membre associé de l'Association des Auditeurs de l'IHEDN Nice Côte d'Azur



11. Les billets de la Société des Sciences de Cherbourg : La France au premier rang mondial

Ces billets sont extraits des mémoires LXII et LXIII de la Société Nationale des Sciences Naturelles et Mathématiques de Cherbourg.

11.1 L'épopée des sous-marins

Réaliser un bâtiment capable de concurrencer les poissons et donc se déplacer sous le niveau de la mer est un vieux rêve de l'Humanité. Sur plusieurs étapes de la réalisation de ce rêve jusqu'à, enfin, un bâtiment pilotable, motorisé et embarquant un équipage, la France va se trouver en première ligne.

Il a été évoqué dans le premier billet de cette série que ***Denis Papin (1647-1713)*** à la fin du 17e siècle, avait élaboré un caisson submersible. Sa coque en forme de tonneau résistait à la pression de l'eau et une pompe à eau permettait de lester l'engin. Un simple baromètre donnait la profondeur atteinte par la mesure de la pression de l'eau à l'extérieur. On sait que D. Papin a réalisé au moins une fois une plongée avec ce caisson sous-marin mais on est loin d'une application possible.



Un siècle plus tard, la France construit un sous-marin à propulsion humaine conçu par un ingénieur américain ***Robert Fulton (1765-1815)*** qui avait rejoint la France pendant la Révolution, attiré par les idées nouvelles qui y véhiculaient alors. Ce sous-marin, le *Nautilus*, s'est montré capable d'utiliser des mines pour détruire deux navires de guerre durant ses essais pour lesquels la Normandie a été choisie : la Seine à Rouen tout d'abord puis au large du Havre (1800). La propulsion du navire en surface est assurée par une voile en forme d'éventail (ce qui en fait le seul sous-marin à voile ayant jamais existé !) et en plongée par la force humaine (des manivelles agissant sur l'arbre d'hélice). L'équipage dispose d'un réservoir d'air comprimé à 20 atmosphères et d'absorbeurs de CO_2 à base de soude permettant ainsi de tenir plusieurs heures en plongée (*photo : coupe du Nautilus à la Cité de la Mer de Cherbourg*).

Le premier exemple connu d'une destruction de bâtiment par un engin sous-marin a été effectué en 1801. Une charge d'explosifs a été fixée par l'équipage sur la coque d'un vieux brick mouillé en rade de Brest qui a été ainsi détruit ! Ces essais, quoique concluants, n'arrivent toutefois pas à convaincre Napoléon Bonaparte, ce qui lui a peut-être fait rater l'occasion de réaliser son rêve d'envahir l'Angleterre !

Il faudra attendre 1859 et la construction du « *Plongeur* », réalisé par deux Français, ***Siméon Bourgeois (1815-1887)*** *et* ***Charles Brun (1821-1897),*** pour voir réaliser le premier véritable sous-marin autonome et mobile de l'histoire à pouvoir se passer de la propulsion humaine. Destiné à la Marine impériale française, ce bâtiment équipé d'un moteur à air comprimé et de 23 réservoirs à une pression de12 bar a été opérationnel dès 1863.

En 1887, un nouveau pas en avant est accompli avec le Gymnote, construit par les Français ***Henri Dupuy de Lôme (1816-1885)*** *et* ***Gustave Zédé (1825-1891)***. Long de 17 mètres, il est propulsé par un moteur électrique de 50 chevaux, atteint 8 nœuds en surface, 4 en plongée. Il sera suivi par le *Morse* en 1899 puis la série des *Farfadet,* au nombre de 4 (1901).

Mis en service en juin 1900, le sous-marin français « Narval » est le premier sous-marin construit avec une double coque. D'autres vont suivre. Ces sous-marins de 200 tonnes ont un rayon de plus 100 milles en surface et 10 milles sous l'eau. Le sous-marin français « Aigrette » (1904) améliore encore ces performances en utilisant un moteur diesel plutôt qu'un moteur à essence en surface. 76 sous-marins de ce type seront terminés avant la Grande Guerre. À cette époque, les Américains le reconnaissent : la France est *« indiscutablement la première marine à avoir une véritable force sous-marine* » (cité par Lambert Andrew dans son livre *« Steam, Steel and Shellfire, the steam Warship (1815-1905) ».*



La France fait aujourd'hui partie des 6 pays possédant une flotte de Sous-marins Nucléaires Lanceurs d'Engins, acteurs principaux de la force de dissuasion. Le premier d'entre eux, « le Redoutable », se trouve maintenant exposé à la Cité de la Mer de Cherbourg *(photo*).



Pour terminer ce bulletin, nous avons une pensée particulière pour « Le Vendémiaire », éperonné et coulé le 8 juin 1912 avec 24 marins à bord au large de Goury. Face au célèbre phare, une croix rappelle leur tragique disparition.

Jacques FOOS

11.2 L'invention du cinéma : Auguste et Louis Lumière

Les premières projections de films sur grand écran devant public datent d'octobre 1892. Elles étaient l'œuvre du Français ***Émile Reynaud (1844-1918),*** trois ans avant celles des frères Lumière. Toutefois, il s'agissait de films d'animation (on peut même considérer que ce sont les premiers dessins animés de l'histoire du cinéma). E. Reynaud peignait directement sur sa pellicule. Autour des personnages, le support était recouvert d'encre noire et la lumière ne pouvait passer qu'à travers les dessins. Les projections avaient lieu au « Théâtre optique » du Musée Grévin. L'inconvénient majeur de cette invention est l'impossibilité de faire des copies pour l'exploiter dans d'autres salles car il fallait refaire à la main les centaines de dessins que représente chaque histoire (500 dessins par minute !).

Un an avant, aux USA, ***Thomas Edison (1847-1931)*** a présenté au public son invention, le « *kinétoscope* » qui permet de visualiser une œuvre photographique donnant l'illusion du mouvement. Elle pouvait être projetée pendant près d'une minute mais chaque personne devait se mettre devant l'appareil pour visionner.



À cette époque, les frères Lumière, ***Auguste (1862-1954)*** et ***Louis (1864-1948)*** - *Photo* - ont déjà déposé plus de 170 brevets, essentiellement dans le domaine de la photographie. En particulier, ils inventent en 1891 « *l'étiquette bleue* », une plaque photographique sèche dont le temps d'exposition est de 1/60^{e} de seconde et qui va faire leur fortune (on la trouvera dans le commerce jusque dans les années 1950 !). Dans les débuts de la photographie, la plaque était « humide », c'est-à-dire que le photographe devait étaler l'émulsion sur le verre au moment de l'emploi. Le progrès est donc considérable.

En 1894, leur père, Antoine Lumière, assiste à Paris à une démonstration du kinétoscope et également, à deux pas de là, à une projection d'Émile Reynaud au Musée Grévin. Il a alors l'intuition qu'il faut coupler l'image photographique en mouvement avec la projection sur grand écran. Ses deux fils se lancent dans la recherche. Durant l'été 1894, dans l'usine Lumière de Lyon, ils mettent au point un mécanisme ingénieux qui se différencie du kinétoscope de Th. Edison. Si, comme lui, ils adoptent le format 35 mm, leur appareil fonctionne grâce à une manivelle. Sur le principe de la machine à coudre, il déroule le film par intermittence et plus lentement que le kinétoscope. La pellicule a deux perforations rondes par photogramme (l'une des photos élémentaires dont un film est constitué à raison, aujourd'hui, de 24 images par seconde mais à l'époque de 16 images/s d'où l'aspect un peu saccadé des tout premiers films).

En plus de permettre à un large public d'assister à la projection, contrairement au kinétoscope individuel d'Edison, l'appareil de prise de vues est plus léger et portable. Ainsi, les opérateurs ont la liberté et la spontanéité de filmer sur le vif hors de l'atelier. La première projection collective gratuite de films photographiques sur grand écran eut lieu le 22 mars 1895, devant un parterre restreint de scientifiques à Paris. Onze autres projections vont avoir lieu en France et en Belgique durant toute cette année devant un public choisi. La grande première commerciale, séance publique payante et ouverte, aura lieu le 28 décembre en France. Chacun des dix films projetés dure une cinquantaine de secondes, dont le premier : « *Sortie des Usines Lumière à Lyon* », (premier film de l'histoire du cinéma) ainsi que « *L'arroseur arrosé* », le premier film de fiction !

En juin 1896, auront lieu les toutes premières représentations de cinéma digne de ce nom sur un autre continent, à Montréal au Québec et à New-York. Toujours les films des Frères Lumière !

Le 29 décembre 1900, Louis Lumière dépose le brevet du **Photorama.** Il s'agit d'un procédé de photographie panoramique permettant la reproduction complète de l'horizon, soit 360°, sur un seul cliché, et surtout, sa projection intégrale est effectuée sur une toile tendue sur tout le pourtour d'une salle en rotonde, les spectateurs étant placés sur une estrade au cœur de la salle.

En décembre 1903, la plaque « *Autochrome Lumière* », inventée par Louis Lumière, est le premier procédé de photographie en couleur. Elle fut commercialisée à partir de 1907 et connut un grand succès.



Bien qu'Auguste et Louis Lumière aient inventé le mot « cinéma » et surtout les appareils permettant de le développer, leurs inventions n'étaient à leurs yeux rien de plus qu'une attraction de café-théâtre. Peu après la première publique de leur film, Louis aurait déclaré : « *Le cinéma est une invention sans avenir.* »

Auguste et Louis Lumière font partie des rares Français honorés au *Walk of fame* d'Hollywood, une reconnaissance amplement justifiée !

Jacques FOOS

Directeur de la Société des Sciences de Cherbourg

Professeur Honoraire au Conservatoire National des Arts et Métiers (Sciences et Technologies Nucléaires)

12. Matoku

Il faut placer dans chaque case un chiffre de 1 à 6. Il ne peut y avoir deux fois le même chiffre sur une ligne verticale ou horizontale. Le chiffre inscrit en haut à gauche de chaque bloc est le résultat de l'opération (addition, soustraction, multiplication ou division) effectuée avec les chiffres des 2, 3 ou 4 cases d'un même bloc.

La solution sera donnée dans le prochain bulletin

2x		12x		11+	
15x	6x		10x	12x	
	9+	12x		2-	4+
12x			1		
	5+		18x	2x	10x
12x		5			

Solution du Matoku du dernier bulletin

4+ 1	3	8+ 2	6	5 5	20x 4
10+ 4	6/ 6	1	6x 3	2	5
6	10x 5	3 3	5+ 4	1	5+ 2
15x 5	2	11+ 6	3+ 1	10+ 4	3
3	5+ 4	5	2	6	6/ 1
2 2	1	60x 4	5	3	6

13. Sur votre Agenda

Date	*Sujet / événement*	*Lieu*	*Organisation*
Du 30 mars au 31 mai 2026	Grande enquête IESF	N'oubliez pas de répondre !	IESF
30 juin 2026	AG Nationale IESF	Paris	IESF
2 Juillet 2026	AzurTech Summer	SKEMA Business Scholl	Telecom Valley
7 & 8 juillet 2026	Assises du NewSpace	Centre des congrès de la Villette - PARIS	IESF partenaire de l'évènement
1 Octobre 2026	Soirée Asso Sophia	Pôle ALPHA Sophia	CAPSA / IESF
27 - 30 Octobre 2026	Congrès mondial IASP	Sophia Antipolis	Fondation Sophia Antipolis

14. COTISATIONS 2026

ADHÉSION – COTISATIONS 2026 AUX IESF CÔTE D'AZUR

Cette cotisation vous permet de participer à la formation de notre jeunesse avec le projet « Promotion des Métiers de l'Ingénieur et du Scientifique » PMIS dans les collèges et les lycées, de recevoir notre bulletin trimestriel, d'accéder aux informations sur les activités, conférences et visites organisées par l'IESF Côte d'Azur.

Nous ne pouvons faire fonctionner notre association sans votre aide.

- Pour les membres individuels (actifs et retraités), elle s'élève à 65 €, avec une réduction d'impôt de 66%.
- Pour les groupes régionaux, Prendre contact avec IESF-CA
- Payer par carte bancaire en cliquant sur le lien suivant :
  Payer sa cotisation 2026 sur HelloAsso
- Payer par carte bancaire votre cotisation sur HelloAsso en scannant ce QR code
- Ou établir un chèque à l'ordre d'IESF Côte d'Azur
- Ou par virement interbancaire : IBAN FR76 1460 7003 3434 0190 9537 082 ASS DECL IESF COTE D A

Merci.

Si vous ne l'avez déjà fait, il n'est pas trop tard pour devenir membre adhérent des Ingénieurs et Scientifiques de France de la Côte d'Azur (IESF-CA). Il vous suffit de retourner le bulletin ci-dessous accompagné de votre cotisation pour cette année, à l'adresse :

IESF-CA - Polytech'Nice-Sophia Site Templiers 930 route des Colles - BP 145

06903 - Sophia Antipolis Cedex

NOM : ..... Prénom :.....

École / Université : ..... Adresse : .....

Code Postal .....Ville: ..... Courriel : .....

Tous nos Bulletins sont disponibles sur le site d'IESF-CA : Coteazur.iesf.fr

Conformément à la loi informatique et liberté du 06/01/1978 (art.27), vous disposez d'un droit d'accès et de rectification des données vous concernant. Si vous souhaitez modifier vos coordonnées ou si vous ne désirez plus recevoir de messages électroniques de cet annonceur, envoyez un mail aux IESF-CA :

contact-coteazur@iesf.fr

Responsables des groupes régionaux, faites-nous part des manifestations que vous organisez. Nous les publierons sur le site IESF Côte d'Azur (IESF-CA) pour en informer tous nos adhérents et sympathisants.

Article 18 du Règlement Intérieur : L'Association n'est pas responsable des opinions de ses membres, même dans ses publications.

Siège : Espace Associations Nice Garibaldi - SIRET 810 124 982 000 10

Adresse Postale : IESF-CA Polytech' Nice-Sophia - Site Templiers

930 route des Colles BP 145 -- 06903 – Sophia Antipolis Cedex

- **Site** : coteazur.iesf.fr (www.iesf-ca.fr)
- **Compte LinkedIn : linkedin.com/company/iesf-côtedazur**
- **Compte Facebook** : facebook.com/iesfca/
- **Compte Youtube : Youtube.com/channel/UCDUWj3d1t-xzB9DjNe_AhNQ**
- **Email** : contact-coteazur@iesf.fr