

Projet VUES

Compétences et métiers du « numérique responsable »

Rapport final

Auteurs :

Eleni Mouratidou

Marta Severo

Mathilde Vassor

Romain Vindevoghel

Décembre 2024

Sommaire

Contexte	3
Volet métiers et compétences	4
1. Métiers.....	5
Fonctions support.....	6
Métiers du changement.....	7
Métiers de l'informatique.....	10
Métiers de la modélisation et de la R&I.....	12
2. Compétences.....	15
Méthodologie de travail sur projet	15
Compétences communicationnelles et argumentatives	15
Connaissance de la réglementation.....	16
Développer de manière éco-conçue	17
Analyse, hiérarchie, synthèse.....	17
Disposer d'une « culture numérique responsable ».....	18
Volet formation	19
1. Benchmark des formations numérique responsable en France et à l'international	21
Méthodologie	21
En France	22
À l'international.....	24
2. Présentation des formations ayant fait l'objet d'un entretien	25
Méthodologie	25
Présentation des formations	25
Conclusion	32

Contexte

Ce rapport a été commandité par l'**EPT Paris Ouest La Défense**. Il est le fruit d'un an de travail mené **par les chercheurs de l'Université Paris Nanterre (laboratoire Dicen-IdF)**. Il correspond à l'action n°3 de la convention-cadre du 24 novembre 2021 (CV 2021/540) signée entre l'EPT Paris Ouest La Défense et l'Université Paris Nanterre. L'objet de l'action, dénommée « **VUES** » (Villes-Universités-Entreprises en Synergie) est de valoriser les métiers et les formations du numérique du territoire et de préconiser des adaptations pour une meilleure prise en compte des besoins des entreprises. Ce rapport cherche à comprendre l'évolution des métiers et compétences dans **un contexte où les organisations** – publiques et privées, quels que soient leur taille et leur niveau de développement – **rencontrent des difficultés de recrutement** croissantes.

Le marché du travail est touché par les **bouleversements profonds qui animent la société contemporaine**. D'une part, **le numérique** a mis à disposition de nouveaux outils et a généré de nouvelles pratiques qui transforment la manière de travailler, de communiquer, d'apprendre, de se déplacer. D'autre part, **la crise socio-environnementale** en cours impose de repenser les manières de produire, travailler, se mettre en lien.

Les organisations sont transformées par ces deux transitions qui s'articulent l'une à l'autre. Depuis le début des années 2010, **la formule « numérique responsable » a émergé pour désigner le besoin de faire converger les transitions numérique et écologique**. L'expression désigne notamment une politique publique centrée sur la nécessité de **concilier les transitions numérique et écologique**, qui a donné lieu à la **loi REEN** du 15 novembre 2021. Celle-ci concerne les secteurs publics et privés afin de diminuer l'empreinte environnementale des outils numériques (*green IT*) et promouvoir le développement économique des entreprises du numérique dont l'action peut participer à la transition écologique (*IT for green*). Mobilisant des acteurs divers (associations, entreprises, législateur), le « numérique responsable » transforme les métiers, compétences et formations.

Cette expression a constitué le point de départ de notre étude. Toutefois, nous avons rapidement fait le constat que **sa définition reste vague, tant sur le plan opérationnel que sur le plan théorique**. Pour comprendre les mutations professionnelles à l'œuvre avec l'émergence du « numérique responsable », nous avons analysé les transformations à la fois dans **les métiers et les formations**. Ce rapport s'organise autour de ces deux champs. Le premier volet, intitulé « métiers et compétences », analyse **les transformations du marché du travail**. Il décrit les métiers et compétences apparaissant dans un contexte de « numérique responsable ». Le second, intitulé

« formations », se penche sur **l'évolution des filières dans l'enseignement supérieur**. Il présente les formations au « numérique responsable », en France et à l'international.

Volet métiers et compétences

Ce volet du rapport a vocation à préciser **les métiers et compétences du champ du « numérique responsable »** afin de constituer une feuille de route des transformations professionnelles et organisationnelles qui lui sont liées. Cette évolution s'inscrit dans un contexte double ; de **réglementation des pratiques numériques** et de **demande du marché**, incitant les organisations à mettre en place des politiques RSE incluant le numérique. Ce volet propose une liste des métiers et des compétences propres au « numérique responsable », dont la diversité témoigne de la **dimension transversale des transformations à l'œuvre** dans le champ professionnel.

Méthodologie et résultats : synthèse

1. Corpus documentaire :

- + de **9000 offres d'emploi** liées au « numérique responsable » collectées (sites de recherche d'emploi, entreprises identifiées « numérique responsable »).
- **63 offres d'emploi** « numérique responsable » analysées.

2. 15 entretiens semi-directifs d'une durée de 50 minutes à 1h30 :

- **Structures :**
 - secteur privé (grands groupes, PME, organisations professionnelles) ;
 - secteur public (municipalité, agence de l'État, ministère).
- **Secteurs principaux** : entreprises de services numériques, BTP, banque, ingénierie.
- **Principaux métiers** : consultant « numérique responsable », chargé de projet « numérique responsable », chef de projet informatique, développeur, analyste cycle de vie.
- **Principales compétences** : chefferie de projets, *green coding*, écoconception, culture « numérique responsable ».

Ce rapport est issu d'une méthodologie construite en deux phases.

- *Une étude exploratoire* fondée sur un ensemble d'offres d'emploi « numérique responsable » collecté sur des sites de recherche d'emploi et sur le site d'entreprises identifiées comme appartenant au champ du « numérique responsable » sur le territoire national. Nous avons

identifié les missions de ces métiers et les compétences demandées par les employeurs. Cette première phase a tout d'abord fait apparaître l'existence de deux catégories de métiers du « numérique responsable » : l'apparition de **nouveaux métiers** (comme celui de **responsable green IT**) et la **transformation** de certaines autres **fonctions** pour inclure les enjeux de sobriété numérique dans les missions. D'autre part, cette phase a montré la dimension transversale des compétences du « numérique responsable ». L'existence d'une **culture « numérique responsable »** et l'importance des compétences en **gestion de projet** traduisent de **modes de travail fondés sur la participation de différents corps** de métiers et le besoin de disposer d'un « bagage culturel commun » pour travailler ensemble.

- *15 entretiens d'une durée de 50 minutes à 1h30* menés avec des responsables RH, chefs de projet ou responsables *green IT*, directeurs généraux ou territoriaux et adjoints au maire nous ont permis d'élargir le spectre des métiers. Ils ont **fait émerger des « signaux faibles »**, c'est-à-dire des métiers qui participent au « numérique responsable » sans que cela ne soit perceptible au premier abord. Ils nous ont également permis d'approfondir la compréhension des transformations professionnelles et ainsi dégager une série de compétences propres au champ du « numérique responsable ».

Pour présenter les résultats, nous listons tour à tour les métiers et les compétences du numérique, en proposant un croisement entre ces deux dimensions, et avec le deuxième volet du rapport :

- La présentation de chaque **métier** comporte une section « **compétences** » et précise les **formations** permettant d'y accéder.
- La description de chaque **compétence** indique les **métiers** dans lesquels elles sont mobilisées.

1. Métiers

Le champ du « numérique responsable » recouvre **une diversité de métiers**, allant des fonctions supports aux métiers de l'informatique en passant par ceux de l'accompagnement au changement et de la recherche et innovation. Si certains métiers nouveaux apparaissent (comme celui de chargé de « numérique responsable »), la majorité d'entre eux se transforme pour inclure les enjeux de la sobriété numérique. La pluralité de métiers et cette double dynamique témoigne du fait que le « **numérique responsable** » transforme globalement les organisations.

Fonctions support

Responsable des ressources humaines

Les responsables des ressources humaines participent à mettre en place la formation des salariés. À ce titre, ils jouent un rôle dans la **sensibilisation** aux problématiques socio-environnementales du numérique. Ils interviennent également dans les recrutements et doivent donc connaître **l'évolution des besoins** des organisations en termes de métiers et compétences relatifs au numérique responsable.

Formation : institut d'études politiques (IEP) ou cursus universitaire en ressources humaines.

Compétences :

- compétences attendues dans les fonctions de ressources humaines ;
- compréhension des enjeux liés au « numérique responsable » et à l'évolution des métiers pour mettre en place des politiques de recrutement et des formations pour les salariés.

Chargé de communication

Les chargés de communication **accompagnent les politiques du « numérique responsable »** en interne et en externe en informant sur les choix faits par les organisations. En interne, ils sensibilisent les acteurs, par exemple en mettant en place des campagnes d'incitation sur les écogestes numériques (ex : tri des mails, décompte des impressions). En externe, ils conduisent les stratégies de communication pour informer les parties prenantes sur les politiques « numérique responsable » des organisations.

Formation : cursus universitaire en communication.

Compétences :

- compétences attendues dans les métiers de la communication : rigueur, capacité d'analyse, de rédaction et de synthèse, sens du contact ;
- chefferie de projet : rigueur, connaissance des méthodologies de conduite de projet ;
- connaissance des enjeux stratégiques du « numérique responsable » ;
- capacité à comprendre le rôle de la communication dans le changement organisationnel.

Acheteur

Les acheteurs ont un **rôle stratégique dans la mise en œuvre des politiques de « numérique responsable »** car ils participent à l'achat de matériel en lien avec la politique RSE. Une majorité des compétences reste la même que pour un acheteur non spécialisé en « numérique responsable ». De nouvelles missions et compétences apparaissent, notamment des compétences d'enquête et de

prise de décisions permettant de trouver le matériel le plus « responsable », tout en prenant en compte les impératifs d'efficacité nécessaires au fonctionnement de l'organisation.

Formation : école de commerce ou d'ingénieur.

Compétences :

- compétences classiques d'acheteur (connaissance des marchés, capacités de négociation afin d'obtenir les meilleurs prix, délais et services après-vente) ;
- sensibilité aux questions sociales et environnementales ;
- esprit méthodique, capacités d'enquête pour connaître les conditions dans lesquelles le matériel informatique est produit (quelles labellisations propose-t-il ? Qu'est-ce que ces labellisations recouvrent ?).

Juriste

Les juristes ont une implication dans les politiques de « numérique responsable » car ils participent à la **connaissance et la prise en compte des réglementations environnementales** (ex : évolutions RSE des marchés publics) pour les appliquer dans les organisations. En ce sens, ils participent à la stratégie « numérique responsable » des organisations en **diffusant la culture** et les réglementations liées au « numérique responsable », que celles-ci proviennent du marché (par le biais des appels d'offres) ou du droit (par le biais des contraintes réglementaires).

Formation : cursus universitaire en droit.

Compétences :

- compétences classiques du métier de juriste (connaissances en droit, compétences communicationnelles, capacités d'analyse et de synthèse, rigueur) ;
- connaissance des règles des marchés publics ;
- spécialisation en réglementation RSE et connaissance de l'évolution des réglementations « numérique responsable ».

Métiers du changement

Responsable RSE

Les responsables RSE **mettent en place la politique RSE** au sein de la structure où ils travaillent. Celle-ci peut **inclure des pans « numérique responsable »** : le responsable RSE décide de la place et du rôle à accorder au numérique dans la transition socio-environnementale au sein de son organisation. Il doit savoir constituer des preuves de la mise en place de cette politique en B to B et en B to C. En B to B, l'enjeu consiste à être reconnu comme acteur du changement par les

organisations partenaires. En B to C, il s'agit d'un enjeu d'image qui a une influence directe sur les ventes.

Formation : cursus en marketing, communication, RH.

Compétences :

- capacités d'analyse et de synthèse pour construire une politique RSE ;
- compétences argumentatives pour faire valider ses propositions ;
- savoir constituer des preuves de la mise en place d'une politique RSE (indicateurs, labels) ;
- mettre en place des partenariats avec des associations, par exemple, pour le recyclage de l'informatique ;
- connaissance de la réglementation et curiosité vis-à-vis de des évolutions réglementaires.

Consultant « numérique responsable »

Les consultants « numérique responsable » travaillent dans les entreprises de services numériques (ESN) où ils accompagnent les entreprises clientes dans leurs choix technologiques. L'enjeu se situe dans le fait d'arriver à **faire du « numérique responsable » un enjeu central pour les organisations**, en particulier en devançant les enjeux réglementaires. Le rôle des consultants ne consiste pas uniquement à **sensibiliser** ses clients, mais également à **œuvrer pour une transformation concrète** des organisations (éviter le *greenwashing*). Le recours à des solutions de calcul de l'empreinte carbone est une des voies choisies pour prouver l'engagement des entreprises. Les activités principales des consultants « numérique responsable » consistent à mener des audits et mettre en place des feuilles de route « numérique responsable ». Au besoin, ils peuvent avoir recours à des outils d'accompagnement du changement, comme des ateliers de sensibilisation ou d'utilisation de solutions de calcul d'empreinte CO₂.

Formation : école d'ingénieur, cursus en informatique, cursus en commerce, marketing, RH.

Compétences :

- chefferie de projet : rigueur, connaissance des méthodologies de conduite de projet ;
- analyse et synthèse ;
- capacités argumentatives ;
- connaissance de la réglementation et de ses évolutions à venir ;
- être capable de construire et animer des ateliers de sensibilisation ;
- connaître les solutions de calcul de l'empreinte CO₂ et accompagner leur utilisation par les entreprises clientes ;
- bonne connaissance des enjeux socio-environnementaux du numérique.

Chargé de projet « numérique responsable » ou chef de projet *green IT*

Métier au cœur du « numérique responsable », les chargés de projet ou chefs de projet « numérique responsable » ou *green IT* mettent en œuvre les programmes « numérique responsable » dans l'ensemble de la structure. Leurs missions peuvent être de plusieurs ordres :

- **Structuration des politiques « numérique responsable »** : participer à la construction de la politique *green IT* de l'organisation, en lien avec les acteurs internes (ex : DSI) et externes (ex : autres entreprises se positionnant également sur ces questions) et choisir les indicateurs pour vérifier la bonne mise en œuvre de ces politiques.
- **Transformation des pratiques** : par l'harmonisation des pratiques à l'échelle d'une unité, d'une entreprise ou d'un groupe (par exemple concernant l'achat ou le traitement de fin de cycle des équipements), la mise en place d'outils permettant de calculer l'empreinte carbone des outils numériques ou la sensibilisation, passant par exemple par des formations (ex : éco-conception).
- **Communication** : rédiger les rapports extra-financiers dédiés au numérique responsable en évoquant les recyclages, économies réalisées en termes d'énergie primaire, d'eau, d'émission de CO₂.

Formation :

- cursus en management, conduite du changement, économie ;
- formations courtes dans les organisations.

Compétences :

- chefferie de projet : rigueur, connaissance des méthodologies de conduite de projet ;
- identification des enjeux RSE liés au « numérique responsable » et du rôle stratégique que joue cette thématique dans les organisations ;
- culture numérique permettant de comprendre les besoins des informaticiens en interne ;
- capacité d'adaptation, culture du consensus et de la négociation pour faire émerger les enjeux « numérique responsable » dans les organisations.

Energy manager

Les « *energy manager* » construisent et mettent en œuvre la politique énergétique d'une organisation. Ils se chargent d'établir un diagnostic énergétique de l'organisation, proposer et mettre en œuvre une stratégie pour les bâtiments et l'activité de l'organisation. En ce sens, ils participent aux choix concernant le « numérique responsable » et sensibilisent les travailleurs sur les gestes à adopter.

Formation : école d'ingénieur.

Compétences :

- connaissances sur le fonctionnement énergétique ;
- connaissances réglementaires sur les normes et les subventions en termes de sobriété énergétique ;
- chefferie de projet : rigueur, connaissance des méthodologies de conduite de projet ;
- mise en place ou utilisation d'outils de suivi des de la consommation énergétique ;
- capacités d'analyse, de synthèse et d'argumentation pour effectuer des choix et les justifier.

Métiers de l'informatique

Directeur des systèmes d'information

Les directeurs des systèmes d'information (DSI) **participent à la stratégie « numérique responsable » de l'entreprise** car les enjeux socio-environnementaux font désormais réglementairement partie des paramètres nécessaires à prendre en compte dans les choix informatiques des organisations. Ils participent à la mise en œuvre de la politique d'achat ou de location des appareils numériques, pilotent les indicateurs « numérique responsable » en fonction des objectifs environnementaux de l'organisation et ce afin d'améliorer le score, de développer des nouveaux usages et de nouvelles pratiques. Selon les structures, les DSI participent également à la mise en œuvre de **solutions de calcul de l'empreinte carbone** des activités ou du matériel informatique de l'organisation.

Formation : école d'ingénieur, cursus en informatique, développement web.

Compétences :

- compétences d'un directeur des systèmes d'information (technique, management) ;
- connaissance des contraintes réglementaires liées au numérique responsable ;
- compétences nécessaires à la mise en place d'une politique d'achat du matériel : définir les objectifs et leur déclinaison organisationnelle, savoir rédiger un appel d'offre ;
- chefferie de projet : rigueur, connaissance des méthodologies de conduite de projet ;
- compétences communicationnelles et sens du contact pour travailler avec des non-professionnels de l'informatique.

Chef de projet informatique

Évolution de carrière des développeurs, le poste de chef de projet informatique joue un rôle central dans le développement des politiques « numérique responsable » au sein des organisations. Ce sont les chefs de projet informatique qui **mettent en œuvre les projets informatiques au service des stratégies « numérique responsable »**, en particulier les applications permettant le calcul et la

diminution de l'empreinte carbone des activités ou matériels des organisations. Les chefs de projet informatique mettent leurs compétences techniques et managériales au service de projets « numérique responsable ».

Formation : école d'ingénieur, cursus en informatique, développement web.

Compétences :

- compétences classiques d'un ou d'une cheffe de projet informatique : compétences techniques et managériales ;
- éco-conception ;
- compétences communicationnelles pour dialoguer avec les métiers que les chefs de projets informatique accompagnent ; par exemple, les ingénieurs qui souhaitent mettre en place des applications ou logiciels nécessaires à certains calculs ;
- sensibilité aux questions socio-environnementales.

Chef de projet informatique – focus sur l'édition de logiciel de calcul d'empreinte CO₂

Dans le cadre de l'émergence du « numérique responsable », les chefs de projet informatique peuvent être amenés à **créer des logiciels spécifiques au calcul de l'empreinte carbone** de processus de production ou de sites web. Ces projets spécifiques demandent des **compétences particulières** pour accompagner leur édition et leur prise en main par des non-informaticiens. Leur processus de développement comprend les étapes suivantes : définir les besoins, les indicateurs de ce qui est calculé, constituer la formule de calcul, construire l'interface. Ces logiciels peuvent ensuite faire l'objet d'une mise sur le marché. Dans ce cas, la partie certification, vente et accompagnement des usages s'additionne à la partie conception.

Formation : école d'ingénieur, cursus en informatique, développement web.

Compétences :

- chefferie de projet : rigueur, connaissance des méthodologies de conduite de projet ;
- connaissance des impacts socio-environnementaux du numérique, capacité à définir les besoin et les indicateurs de ce qui est mesuré ;
- éco-conception ;
- *green coding* ; optimisation du code ;
- connaissances réglementaires sur le « numérique responsable » ;
- capacité à produire un *business model* (connaissances des certifications, des besoins du marché).

Développeur

Dans le cadre d'une entreprise du service numérique (ESN) spécialisée dans le « numérique responsable », les développeurs ont un rôle mixte d'**éco-conception** et d'**accompagnement au changement** des entreprises clientes. Du côté technique, ils travaillent à l'optimisation du code. Du côté conseil, ils sont force de proposition de solutions techniques, et, en ce sens, sensibilisent les clients aux enjeux du « numérique responsable » (la sensibilisation passe par le fait de montrer que d'autres manières de faire du numérique sont possibles).

Formation : ingénieur, informatique, développement web.

Compétences :

- compétences techniques du métier : cloud, Kubernetes, développement full-stack (programmation d'un site ou d'une application web à la fois en front-end et back-end), sécurité informatique ;
- *green coding* ; optimisation du code ;
- éco-conception ;
- sensibilité aux questions socio-environnementales liées au numérique.

Réparateur de matériel informatique

Les réparateurs de matériel informatique participent à la **durabilité des équipements**. Ils identifient les avaries matérielles, démontent, changent les pièces défectueuses et remontent le matériel informatique. Ils participent également à l'installation de nouveaux matériels informatiques. Si les initiatives de réparation sont apparues marginales, certaines entreprises envisagent d'intégrer ces postes au sein des directions de systèmes informatiques ou de généraliser le recours à des prestataires, faisant de la réparation un axe de développement des politiques de « numérique responsable ».

Formation : bac pro, BTS, DUT en informatique.

Compétences :

- connaissance du fonctionnement matériel des équipements informatiques ;
- compétences techniques de démontage, changement des composants et remontage d'ordinateurs.

Métiers de la modélisation et de la R&I

Chercheur

Les chercheurs s'inscrivent dans des dynamiques de *green IT*, en particulier lorsqu'ils recourent à l'informatique pour **modéliser des phénomènes** (contrôle signal, mathématiques appliquées,

informatique scientifique) permettant de diminuer l'empreinte socio-environnementale de processus ou d'objets. Dans ces situations, ils peuvent travailler de concert avec la direction du service informatique qui les aide à développer les outils dont ils ont besoin.

Formation : doctorat en chimie, physique, biotechnologie, mathématiques, informatique, sciences du numérique.

Compétences :

- compétences classiques d'un chercheur : savoir définir un objet d'étude, construire une méthodologie, analyser et communiquer les résultats ;
- culture numérique (afin d'utiliser et développer des applications ou logiciels de modélisation) ;
- compétences communicationnelles pour rendre accessible ses questionnements ;
- capacité de dialogue avec les développeurs et chefs de projet informatique ;
- sensibilité aux questions environnementales.

Ingénieur

Dans les organisations dédiées à la production, les métiers de l'ingénierie se transforment pour intégrer les dimensions socio-environnementales dans les projets et processus de production. Les ingénieurs utilisent des **logiciels de modélisation leur permettant de diminuer l'empreinte socio-environnementale** des projets sur lesquels travaille leur organisation (par exemple, mesurer le nombre d'espèces sur un chantier ou diminuer l'empreinte carbone d'un procédé industriel). Ils travaillent de concert avec des chefs de projets informatiques s'il est nécessaire de développer des logiciels spécifiques. Comme pour les métiers de l'informatique ou les juristes, le métier d'ingénieur ne se transforme pas fondamentalement avec l'émergence du « numérique responsable » mais inclut ces enjeux dans la mise en œuvre de projets participant à la transition socio-environnementale ou desquels on cherche à réduire l'empreinte socio-environnementale.

Formation : école d'ingénieur.

Compétences :

- chefferie de projet : rigueur, connaissance des méthodologies de conduite de projet ;
- capacité de dialogue avec les développeurs et chefs de projet informatique ;
- culture numérique (afin d'utiliser et développer des applications ou logiciels de modélisation) ;
- curiosité, esprit d'initiative.

Analyste du cycle de vie

Les analystes du cycle de vie (ou « ac-viste ») sont des économistes ou ingénieurs en génie des procédés spécialisés dans la compréhension **du processus de production, usage et recyclage des matériaux ou objets**. Ils travaillent au sein de projets de recherche et innovation, souvent à la demande de chercheurs. Avec l'émergence des questions socio-environnementales liées au numérique, les analystes du cycle de vie se spécialisent dans la compréhension de la vie du matériel informatique, nécessaire pour comprendre leurs conséquences socio-environnementales. Inversement, comprendre le cycle de vie de matériaux non liés à l'informatique permet de recourir au numérique pour optimiser certains procédés de production, de manière à diminuer les conséquences socio-environnementales.

Formation : école d'ingénieur, formation en économie, doctorat en sciences expérimentales.

Compétences :

- bagage scientifique : compréhension du fonctionnement physique, chimique, biologique de certaines étapes de production ;
- compétence « process » : compréhension des étapes de fabrication des matériaux ;
- sensibilité aux questions socio-environnementales du numérique.

2. Compétences

Une partie des métiers relatifs au « numérique responsable » n'est pas le résultat de l'apparition de nouveaux domaines professionnels, mais de la transformation de métiers déjà existant pour intégrer les enjeux du « numérique responsable ». À l'évolution des compétences informatiques s'ajoutent donc des compétences transversales à des métiers en transition. Nous précisons ici **uniquement les compétences « numérique responsable »** et non les compétences globales associées à certaines professions (ex : « savoir bâtir un plan de communication » pour les chargés de communication).

Méthodologie de travail sur projet

Les métiers du « numérique responsable » fonctionnent bien souvent sur **le mode du « projet »**, en particulier parce que les organisations sont transformées de manière globale par l'articulation des transitions numériques et socio-environnementales et demandent de sortir d'un fonctionnement par direction ou département. Ce mode de fonctionnement permet de **faire travailler des acteurs aux compétences diverses**. Le « numérique responsable » demande donc des compétences en chefferie de projet, impliquant que les acteurs maîtrisent les méthodologies de gestion de projet traditionnelle ou agile et la gestion d'équipes dans des temps définis.

Exemples de formulation de compétences :

- savoir conduire les projets en méthode agile : identifier les besoins humains, matériels et gérer le calendrier, connaître le plan de charge, le nombre de jour-homme nécessaire, les délais, les coûts, nommer des chefs de projet dédiés.

Principaux métiers concernés

Responsable des ressources humaines, responsable RSE, chef de projet numérique responsable, directeur des systèmes d'information, chercheur, ingénieur, analyste cycle de vie.

Compétences communicationnelles et argumentatives

Les compétences communicationnelles et argumentatives sont essentielles dans les métiers du « numérique responsable ». D'une part, les politiques « numérique responsable » se déploient de manière transversale et transforment les organisations de manière systémique. Les différents acteurs doivent savoir **vulgariser** les spécificités de leur métier et entrer en dialogue avec d'autres métiers afin de mener les projets à bien. D'autre part, la thématique du « numérique responsable » nécessite de conseiller, **sensibiliser ou argumenter** pour mettre le numérique au centre des stratégies organisationnelles ou inciter les acteurs à opter pour une responsabilisation de leurs pratiques numériques.

Exemples de formulation de compétences :

- savoir conseiller les bonnes technologies en fonction des besoins du client et des objectifs « numérique responsable » ;
- capacité à comprendre le rôle de la communication dans le changement organisationnel ;
- savoir construire et animer des ateliers de sensibilisation sur le « numérique responsable » ;
- capacité d'adaptation, culture du consensus et de la négociation pour faire émerger les enjeux « numérique responsable » dans les organisations.

Principaux métiers concernés :

Chargé de projet « numérique responsable », chargé de communication.

Connaissance de la réglementation

Le « numérique responsable » faisant l'objet d'une politique publique, la réglementation est un élément central des métiers qui lui sont liés. Sa connaissance et la prise en compte de ses évolutions futures possibles sont nécessaires pour les **métiers fortement liés au droit** (comme celui de juriste et d'acheteur) et **ceux relevant du changement organisationnel** (comme celui de responsable RSE ou de chargé de projet « numérique responsable »). En outre, le « numérique responsable » se structure autour de marchés publics et d'appels d'offres privés, concernant par exemple l'achat et la location de matériel ou la prestation de services. La connaissance des contraintes réglementaires ne concerne donc pas uniquement la législation en lien direct avec le « numérique responsable », mais également le droit relatif aux **appels d'offres privés et publics**.

Exemples de formulation de compétences :

- connaissance des contraintes réglementaires liées au « numérique responsable » (droit français et européen) ;
- connaissance des règles des marchés publics ;
- savoir rédiger un appel d'offres en indiquant des critères RSE (ex : proximité des prestataires pour diminuer l'empreinte carbone) ;
- connaître les politiques et labels RSE ;
- connaissance des réglementations RSE et de l'évolution des réglementations « numérique responsable ».

Principaux métiers concernés :

Juriste, acheteur, responsable RSE.

Développer de manière éco-conçue

Afin de diminuer l'empreinte socio-environnementale du « numérique responsable », les métiers de ce champ demandent de posséder des **compétences techniques en informatique**. Ces compétences techniques recouvrent principalement l'**éco-conception**, c'est-à-dire la prise en compte des enjeux socio-environnementaux dans la conception numérique : *green coding* (optimisation du code pour diminuer l'empreinte carbone) et dimension inclusive des produits numériques. Ces compétences techniques peuvent également inclure la connaissance du fonctionnement matériel des équipements numériques, permettant de les réparer et ainsi allonger leur durée de vie. Plus largement, les métiers non liés à l'informatique demandent d'acquérir une culture numérique – c'est-à-dire connaître les impacts socio-environnementaux du numérique et les façons de les diminuer –, de manière à pouvoir dialoguer avec les développeurs, les chefs de projet numérique et les directeurs des systèmes d'information.

Exemple de formulation de compétences :

- optimisation du code (*green coding*) : savoir jauger si une ligne de code est utile ou non (en fonction des bénéfices et des risques) ;
- connaître les bonnes pratiques en matière d'éco-conception : utiliser des couleurs plus ou moins fortes, des images plus légères, intégration ou non de cartes ;
- développer de manière inclusive : s'assurer que les photos soient toujours traduites pour les personnes malvoyantes, ne pas utiliser certaines couleurs.
- culture numérique permettant de comprendre les besoins des informaticiens en interne.

Principaux métiers concernés :

Consultant « numérique responsable », chef de projet « numérique responsable », DSI, chef de projet informatique, développeur, réparateur d'ordinateur.

Analyse, hiérarchie, synthèse

Pour mettre en œuvre la dimension stratégique du « numérique responsable », les acteurs doivent mettre en œuvre des compétences d'analyse et de synthèse. Ces compétences sont nécessaires à la **construction de politiques RSE** qui se déclinent elles-mêmes en **feuilles de route** « numérique responsable » et s'appuient sur des **audits**. Il s'agit par exemple de l'analyse de cycle de vie de produits, le calcul de leur empreinte carbone ou de leur inclusivité. Ces compétences analytiques comprennent en particulier la capacité à trouver l'information, hiérarchiser des solutions possibles, identifier les indicateurs permettant de mesurer l'efficacité de la politique mise en œuvre et veiller à leur respect.

Exemples de formulation de compétences :

- savoir poser et piloter des KPI environnementaux ;
- savoir rédiger une feuille de route « numérique responsable » ;
- savoir construire et rédiger une charte RSE ou « numérique responsable » ;
- savoir mener un audit.

Principaux métiers concernés :

Responsable RSE, consultant « numérique responsable », chef de projet « numérique responsable », *energy manager*, directeur des systèmes d'information, analyste du cycle de vie.

Disposer d'une « culture numérique responsable »

Outre les connaissances techniques en informatique, les métiers du « numérique responsable » exigent **une culture des enjeux de ce champ professionnel**. Les frontières de cette culture « numérique responsable » dépendent des métiers. Il s'agit non seulement de connaître l'impact socio-environnemental des technologies informatiques, mais également de percevoir les enjeux stratégiques de la mise en place d'une politique « numérique responsable » ou connaître les acteurs législatifs, associatifs, industriels... participant au champ du « numérique responsable ». L'existence de cette culture partagée témoigne de la dimension transversale du « numérique responsable » et d'un bagage culturel commun.

Exemples de formulation de compétences :

- comprendre les enjeux liés au « numérique responsable » et à l'évolution des métiers pour mettre en place des politiques de recrutement et des formations pour les salariés ;
- compréhension des enjeux stratégiques du « numérique responsable » ;
- bonne connaissance des enjeux socio-environnementaux du numérique ;
- connaissance de l'impact environnemental des technologies utilisées pour développer (certaines technologies permettent plus d'optimisation que d'autres ou consomment beaucoup moins) ;
- connaître les solutions de calcul de l'empreinte CO₂ et accompagner leur utilisation par les entreprises clientes ;
- référencer les clients avec lesquels l'organisation souhaite travailler ;
- construire un réseau ; mettre en place des partenariats avec des associations (ex : recyclage avec Emmaüs, WDA).

Principaux métiers concernés :

Responsable des ressources humaines, juriste, acheteur, communicant, métiers de l'informatique, chargé de projet « numérique responsable », *energy manager*.

Volet formation

Ce volet vise à étudier les formations dédiées au « numérique responsable » et à déterminer les compétences qui lui sont associées dans l'enseignement supérieur. L'enseignement d'une thématique émergente comme le « numérique responsable » pose trois questions majeures : celle de la **définition** du concept de « numérique responsable », dont les contours sont encore flous ; celle des **compétences** qui lui sont liées ; celles des **acteurs économiques** qui peuvent être sollicités pour faire le lien entre enseignement et monde professionnel. Ce volet permet d'identifier les réponses proposées par plusieurs établissements d'enseignement supérieur en France et en Europe et de dégager les premières tendances de fond de l'enseignement du « numérique responsable ».

Méthodologie et résultats : synthèse

Etude documentaire : *benchmark* des sites et des maquettes de formations

- **Nombre de formations identifiées :**

En France : 18

À l'international : 11 (dont 8 en Europe)

- **Volume horaire :**

En France : de 3h à 2 années universitaires (le plus fréquent : autour de 30h)

À l'international : de 1 à 2 années universitaires (le plus fréquent : 2 ans)

- **Public visé :** Professionnels de l'informatique, professionnels de la RSE, étudiants en informatique, étudiants en ingénierie, étudiants en management

- **Niveau :** Licence, Master

- **Principales compétences :** mesure de la consommation logicielle, éco-conception, approche critique du numérique, analyse de cycle de vie, stratégie « numérique responsable »

8 entretiens semi-directifs d'une durée d'1h à 1h30 avec des responsables de formation

La production grandissante de travaux portant sur les impacts sociaux et environnementaux du numérique et l'émergence du « numérique responsable » comme cadre pour penser ces questions conduisent les établissements d'enseignement supérieur à faire évoluer leur offre de formation. Cette évolution correspond à la fois à une prise en compte de ces travaux et d'obligations légales en matière de transition écologique (en particulier la loi REEN en 2021 et l'obligation de création

d'un enseignement sur la transition écologique et le développement soutenable en première année de licence à partir de 2023).

Si les impacts environnementaux du numérique et les questions de sobriété énergétique sont régulièrement abordées dans une grande variété de formations sur le territoire de POLD comme en France, la question du « numérique responsable » est traitée de manière beaucoup plus marginale. Nous avons néanmoins pu identifier **18 formations explicitement dédiées en partie ou en totalité au « numérique responsable »**, et mener des entretiens avec **les responsables pédagogiques**.

Le « numérique responsable » ne représente généralement qu'une petite partie des enseignements dispensés. À l'exception notable de quelques cursus se donnant pour objectif de mettre le numérique responsable au cœur de l'apprentissage (le Msc *Sustainable Digitalization* à l'Ecole Royale Polytechnique en Suède par exemple) ou de le traiter de manière continue durant le parcours des étudiants (le BUT informatique graphique au Puy-en-Velay), le « numérique responsable » fait l'objet d'heures clairement délimitées, généralement dans le cadre d'une unité d'enseignement ou d'un module d'une trentaine d'heures. Si l'attribution de ces volumes horaires témoigne de l'importance acquise par le « numérique responsable » notamment dans les formations en informatique et corrobore l'hypothèse d'une évolution des métiers auxquelles elles préparent, deux éléments doivent être pris en compte :

- 1) Les responsables de formation interrogés soulignent que les enseignements autour du « numérique responsable » divergent sur le fond des autres enseignements proposés aux étudiants. Cette divergence atteint parfois la contradiction, dans le cas où les étudiants seraient par ailleurs invités à travailler sur des projets très énergivores, comme ceux liés à l'intelligence artificielle. La création de modules dédiés au « numérique responsable » peut donc être interprétée comme le signe d'une **imperméabilité entre ces modules et les autres enseignements**.
- 2) **Les enseignements liés au « numérique responsable » ne sont pas homogènes :** si certains éléments méthodologiques ou théoriques se retrouvent régulièrement dans les formations étudiées (l'analyse de cycle de vie, la mesure de la consommation des logiciels, le lien entre numérique et environnement), on observe une disparité dans les approches et les pratiques d'enseignement, qui peut en partie s'expliquer par la structuration des apprentissages dans l'enseignement supérieur.

En l'absence de transformations profondes des métiers du numérique – ou plus simplement de l'existence de métiers explicitement dédiés au « numérique responsable », il semble difficile d'envisager une modification des filières d'enseignement supérieur. Les initiatives pédagogiques

identifiées dans le projet VUES donnent cependant à voir plusieurs manières d'enseigner le numérique responsable, de l'analyse de controverses à l'efficience énergétique des logiciels en passant par des certifications dédiées. Si elles devaient se développer sur le territoire de POLD, des formations au « numérique responsable » pourraient s'inspirer de ces méthodes.

1. Benchmark des formations « numérique responsable » en France et à l'international

Méthodologie

En France

Recherche par mots-clés *via* Google, la plateforme « Mon master » (monmaster.gouv.fr) et la plateforme « Master studies » (masterstudies.com). Une recherche a également été faite sur la plateforme « Bachelor studies » (bachelorstudies.com) mais n'a rien donné de pertinent.

Les mots-clés retenus sont les suivants :

- Numérique Responsable
- Numérique et Développement Durable
- Numérique et Environnement

À l'international

Dans un premier temps, une recherche bibliographique a été effectuée pour identifier les traductions possibles de l'expression numérique responsable. Les articles repérés ont également permis de remonter vers des auteurs et des structures de recherche sur ces questions (comme la *Bonn Alliance for Sustainability Research*).

Une fois les mots-clés identifiés, ceux-ci ont été testés sur Google et la plateforme « Master studies » :

- Digitainability
- ICT Sustainability
- ICT for Sustainability
- Green IT
- Digital Sustainability
- Sustainable Digital
- Sustainable Digitalization
- Digitalization and Sustainability

Les intitulés des formations ont aussi fait l'objet d'une recherche pour identifier d'autres formations aux intitulés similaires.

En France

Les formations les plus spécialisées sont celles qui reprennent les principaux éléments de définition proposés par des acteurs français, en particulier l'ADEME, l'Institut du Numérique Responsable et le CNRS. Outre celles mentionnant explicitement la notion de « numérique responsable » dans leur intitulé, on a ici des formations qui permettent d'aborder à la fois l'impact du numérique sur l'environnement, le rôle du numérique dans la transition écologique, les indicateurs et les outils de mesure de ces impacts (comme l'analyse du cycle de vie) et des méthodologies permettant de mettre en œuvre des projets correspondant au numérique responsable – gestion de projet « numérique responsable » ou éco-conception.

À l'exception de l'une d'entre elles, ces formations s'adressent à un public de manager ou d'étudiants en management, sans que la spécialisation dans la RSE ou l'informatique ne soit requise. Elles visent toutes à former des cadres capables d'influer sur la politique de leur entreprise ou *a minima* de mener des projets en lien avec le « numérique responsable » – et dans certains cas de sensibiliser sur ces questions au sein de leur environnement de travail.

Il existe également des unités d'enseignement ou des modules dédiés au « numérique responsable », principalement dans des formations en informatique. Généralement dispensés au niveau master 2, on les retrouve parfois en licence, ou tout au long du parcours licence-master.

Certains établissements d'enseignement supérieur organisent également des fresques du numérique ou revendiquent un engagement vis-à-vis du « numérique responsable » qui débouche sur une formation des personnels, mais pas des étudiants.

Enfin, le diagnostic VERT Num, qui propose de mesurer la proximité de certaines formations d'ingénieurs par rapport au référentiel du « numérique responsable » proposé par Ecolog et l'Institut du Numérique Responsable, peut compléter ce *benchmark*.

Nom	Type	Volume	Établissement	Public visé
Numérique Responsable	Formation continue	3 à 14h	Université La Rochelle	Professionnels de la RSE ou de l'informatique
Numérique Responsable	Module	6 à 21h	Université La Rochelle	Étudiants en informatique Niveau Licence-Master
Développer son projet de transformation numérique dans une démarche éco-responsable	Formation continue	80h	Université Grenoble-Alpes	Professionnels de l'informatique
Dominante Numérique Responsable	Dominante Formation initiale	180h	EIGSI	Étudiants ingénieurs Niveau Master 2
Mastère 2 Numérique Responsable et RSE	Formation initiale	1 année universitaire	Institut Supérieur de l'Environnement	Étudiants en environnement, RSE, management, informatique Niveau Master 2
Msc – green tech & sustainable societies	Formation initiale	1 année universitaire	Burgundy School of Business	Étudiants Niveau Master 2
Numérique Responsable	Unité d'enseignement	36h	Université de Pau	Etudiants en informatique Niveau Master 2
Numérique Responsable	Module	-	IUT du Puy-en-Velay	Etudiants en informatique graphique Niveau BUT
Numérique Responsable	Module	32h	JUNIA	Etudiants ingénieurs Niveau Licence 3
Msc in Sustainable Transformation	Formation Initiale	1 année universitaire	ESSEC	Etudiants en management Niveau Master 2
Numérique Responsable	Module	33h	Ensimag	Etudiants ingénieurs Niveau Master 1
Numérique Responsable	Module	-	Ecole de Management Léonard de Vinci IIM Digital School	Etudiants en marketing et management Niveau Master
Domaine professionnel Numérique Environnement et Développement Durable	Formation initiale	2 années universitaires	ISEN Brest	Etudiants ingénieurs Niveau Master
Green IT	Module	-	CESI Paris Nanterre	Etudiants ingénieurs en informatique Niveau Licence
Impacts environnementaux et sociétaux du numérique	UE	30h	Aix-Marseille Université	Etudiants en informatique Niveau Licence
Enjeux environnementaux et sociétaux du numérique	UE	41h	INSA Lyon	Etudiants ingénieurs en informatique Niveau Master
Impacts du numérique sur l'environnement	Formation professionnelle (SPOC)	-	INRIA Rennes	Professionnels Secteur non spécifié
Impacts environnementaux du numérique	MOOC	5h	INRIA	Professionnels de l'éducation Lycéens, étudiants Professionnels intéressés par les questions liées au numérique

À l'international

L'approche du « numérique responsable » associant l'étude des enjeux sociaux et environnementaux du numérique à la conduite de projets informatiques ou RSE est une spécificité française. Les recherches menées dans le cadre de ce *benchmark* font apparaître un plus fort cloisonnement des sujets, et l'intégration du « numérique responsable » dans la notion de « *sustainability* », qui renvoie à la fois à la durabilité environnementale et à la pérennité économique ou commerciale.

La plupart des formations identifiées ici traitent donc le « numérique responsable » de manière mineure, et en lien direct avec un secteur professionnel ou un métier. Toutefois, il existe des formations consacrées au croisement des enjeux du développement durable et du numérique, et qui s'approchent donc le plus d'un modèle de formation « 100 % numérique responsable ».

Nom	Type	Volume	Etablissement	Public visé
Msc Sustainable Digitalisation	Formation initiale	2 années universitaires	KTH Royal Institute of Technology	Etudiants ingénieurs ou en informatique Niveau Master
Master's studis Digital Transformation & Sustainability	Formation initiale	2 années universitaires	Hamburg School of Business and Administration	Etudiants en management ou en économie Niveau Master
Master of Science in IT, Digitalization & Sustainability	Formation initiale	2 années universitaires	Lucerne University of Applied Sciences and Arts	Etudiants en informatique Niveau Master
MSc Digital Politics & Sustainable Development	Formation initiale	2 années universitaires	Northeastern University London	Etudiants en sciences politiques Niveau Master
MSc in Green & Digital Management	Formation initiale	2 années universitaires	Cyprus University	Etudiants en management Niveau Master
Master of Science in Green and Digital Management	Formation initiale	2 années universitaires	University of Limassol	Etudiants en management Niveau Master
Sustainability and Environmental Management	Formation initiale	3 années universitaires	Technische Hochschule Ingolstadt	Etudiants Niveau Licence
Master of Engineering Science (Sustainable Systems)	Formation initiale	2 années universitaires	University of New South Wales	Etudiants ingénieurs Niveau Master
Master's Programme in Sustainable and Autonomous System	Formation initiale	2 années universitaires	University of Oulu	Etudiants en informatique, physique, mathématique, électronique Niveau Master
Master's Programme in Sustainability Science and Solutions	Formation initiale	2 années universitaires	LUT University	Etudiants en technologie de l'environnement Niveau Master
Life Cycle Assessment : Quantifying Environmental Impacts	Formation continue	8 semaines	MIT	Professionnels de la RSE, ingénieurs, data scientists

2. Présentation des formations ayant fait l'objet d'un entretien

Méthodologie

La campagne d'entretiens a ciblé les formations identifiées dans le *benchmark* sur le territoire français. Les responsables de formation ont été interrogés sur leur parcours professionnel, la place du « numérique responsable » dans leur travail de recherche et dans leur enseignement, le contexte de création des modules de formation liés au « numérique responsable » et les caractéristiques de ces modules (plan du cours, ressources mobilisées, compétences enseignées, évaluation, certification éventuelle). Lors des entretiens, qui ont duré entre 1h et 1h30, les responsables de formation ont également été invités à suggérer des noms de formations ou de collègues proposant un enseignement autour du « numérique responsable », ce qui nous a permis de consolider le *benchmark* proposé dans la phase 1.

Présentation des formations

Green IT (ENSIIE, Paris)

Nombre d'heures/ECTS :

42h – 5 ECTS – cours optionnel.

Public visé :

Étudiants en école d'ingénieurs en informatique.

Objectif pédagogique :

Ce module/UE vise à présenter les solutions qui peuvent être mises en œuvre dans les entreprises et organisations pour réduire l'impact environnemental du numérique.

Compétences :

- Réaliser la mise en place et le suivi d'indicateurs et vérifier l'application de normes et de standards par les équipes informatiques (études, exploitation, production...) ;
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances ;
- Appliquer des normes nationales ou internationales (éthique, sécurité et santé au travail, qualité, éco-conception...) ;
- Prendre en compte les enjeux de développement durable pour développer de manière écologique ;
- Réaliser une étude quantitative et mettre en place des outils d'aide à la décision ;

- Analyser les impacts environnementaux et sociétaux de cas pratiques et proposer des améliorations durables.

Lien avec le secteur économique :

Des conférences avec d'anciens élèves en poste dans des entreprises dont l'activité est centrée sur le *green IT* ou ayant des responsabilités *green IT* sont organisées.

Remarques complémentaires :

Ce cours optionnel intervient en troisième année. Lors des deux premières années, les étudiants sont sensibilisés aux impacts sociaux et environnementaux du numérique notamment *via* un cours de deuxième année lors duquel les notions de sobriété, d'analyse de cycle de vie et d'éco-conception sont abordées.

Numérique Responsable (Université de Pau)

Nombre d'heures/ECTS :

36h – 4 ECTS – cours obligatoire.

Public visé :

Étudiants en master informatique.

Objectif pédagogique :

L'objectif de cette UE est d'expliquer la notion du numérique responsable et de l'informatique verte (*green IT*), et de comprendre et pratiquer les principaux concepts et approches liés à la mesure énergétique multi-plateformes (PC, serveurs, IoT, mobile), l'éco-conception logicielle, et les *data centers* et *clouds* verts.

Compétences :

- Comprendre les concepts fondamentaux du « numérique responsable » ;
- Mesurer la consommation énergétique logicielle et matérielle sur plusieurs plateformes ;
- Ecrire des logiciels éco-responsables ;
- Comprendre les concepts de l'efficacité énergétique dans le *cloud* et les *data centers*.

Lien avec le secteur économique :

Il n'y a pas de lien direct entre cette formation et le secteur économique. On notera toutefois que cette UE prend racine dans une *summer school* organisée par ses responsables pédagogiques et à laquelle des acteurs industriels participent.

Remarques complémentaires :

Ce cours intitulé « numérique responsable » est principalement tourné vers le *green IT*, et plus spécifiquement sur l'efficience logicielle. Les deux responsables pédagogiques indiquent vouloir

former des développeurs capables de réduire la consommation des applications et sites qu'ils conçoivent. Bien que cette dimension n'apparaisse pas sur la présentation de l'UE en ligne, ils indiquent également que la transmission de « connaissances non stabilisées », c'est-à-dire correspondant à des travaux de recherche en cours, est une part importante de leur enseignement.

Numérique Responsable (Ensimag, Grenoble)

Nombre d'heures/ECTS :

33h – 3 ECTS – cours obligatoire.

Public visé :

Étudiants ingénieurs en informatique.

Objectif pédagogique :

L'objectif de ce module est de fournir des pistes pour prendre en compte les impacts environnementaux et sociaux dans la conception de services numériques. Pour cela, il faut avant avoir conscience de ces enjeux, et c'est pourquoi une bonne partie du module est consacrée à la présentation des impacts directs et indirects du numérique sur l'environnement et la société.

Compétences :

- Évaluer les impacts environnementaux du numérique ;
- Comprendre les enjeux sociaux du numérique ;
- Maîtriser les bases de l'éco-conception ;
- Développer une pensée critique à l'égard du numérique.

Lien avec le secteur économique :

L'entreprise Capgemini intervient dans le cours et cette contribution repose sur une chaire commune entre l'école et l'entreprise. Dans le cadre de ce cours, Capgemini met à disposition de l'équipe pédagogique des ressources développées en interne sur le « numérique responsable ».

Remarques complémentaires :

À partir de l'année universitaire 2023-2024, le cours est organisé en deux parties : 5 séances sont consacrées à un enseignement « classique » du numérique responsable, et 6 séances sont consacrées à l'analyse de controverses en lien avec le numérique. Cette organisation témoigne de la volonté de l'équipe pédagogique de développer l'esprit critique des étudiants en les enjoignant à penser les limites du numérique et de la notion d'innovation en général – un exercice optionnel consiste par exemple à rédiger un rapport au sujet d'une « expérience de déconnexion » de 24h.

Sensibilisation à l'écologie et à l'impact du numérique (Université de Bordeaux)

Nombre d'heures/ECTS :

20H – 3 ECTS – cours optionnel – CM, TD, TP.

Public visé :

Étudiants en licence d'informatique.

Objectif pédagogique :

Cette unité d'enseignement (UE) vise à sensibiliser aux enjeux climatiques et environnementaux et au rôle des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans ce contexte. Elle a pour objectif de présenter aux étudiants et étudiantes les impacts environnementaux et sociétaux liés au cycle de vie des équipements numériques, et de les initier aux méthodologies pour les estimer tout en restant vigilant sur les incertitudes et limites associées à un tel exercice. Cette UE aborde aussi les impacts indirects de la numérisation, tout en ouvrant des discussions sur les pistes d'actions pour réduire ces impacts¹.

Compétences :

- Évaluer les impacts environnementaux du numérique ;
- Comprendre les enjeux sociaux du numérique ;
- Développer une pensée critique à l'égard du numérique.

Lien avec le secteur économique :

Il n'y a pas de lien explicite avec le secteur économique.

Remarques complémentaires :

Selon l'ex-responsable pédagogique de ce cours, celui-ci détonne par rapport au reste de la maquette, plutôt orientée vers des enseignements d'informatique classiques. L'évaluation de ce cours repose sur un projet demandant aux étudiants de calculer le poids en CO₂ d'une pratique numérique (regarder des vidéos en streaming, conserver des mails, etc.) : l'enjeu est à la fois de les former à ce type de calcul et de les inciter à réfléchir à ses limites.

¹ Ce texte de présentation est tiré de l'article « Cours Sensibilisation à l'écologie et à l'impact du numérique - UF Informatique - Université de Bordeaux » publié par Aurélie Bugeau, Nicolas Bonichon et Gaël Guennebaud. Il est disponible sur HAL : <https://hal.science/hal-04219918>

IA, éthique et environnement (Université de Bordeaux)

Nombre d'heures/ECTS :

36H – 3 ECTS – CM, TP.

Public visé :

Étudiants en master d'informatique image et son.

Objectif pédagogique :

Le module est consacré à l'analyse des impacts environnementaux et sociaux directs et indirects de l'IA et vise à donner aux étudiants les clés pour comprendre les enjeux matériels de l'intelligence artificielle. S'appuyant sur une approche critique, la partie TP associe des séances d'analyse (de controverses ou de rapports d'activité) à des séances de mesure de consommation.

Compétences :

- Mesurer la consommation d'une intelligence artificielle ;
- Comprendre les enjeux matériels, environnementaux et sociaux de l'intelligence artificielle ;
- Savoir analyser des documents en lien avec l'impact environnemental des entreprises ;
- Développer une pensée critique à l'égard de l'intelligence artificielle.

Lien avec le secteur économique :

Il n'y a pas de lien explicite avec le secteur économique. Les étudiants sont amenés à lire des documents provenant de grandes entreprises du numérique, mais ces ressources ne sont pas fournies par ces entreprises et aucun de leur membre n'intervient dans le cours.

Remarques complémentaires :

Ce cours assez récent est en voie d'ajustement, notamment en ce qui concerne les TP. Le cours a une dimension réflexive importante, qui s'incarne par exemple dans le fait de constituer un « journal de bord » à remplir après chaque séance.

BUT Informatique Graphique (IUT du Puy-en-Velay)

Nombre d'heures/ECTS :

3 ans – 180 ECTS – CM, TP, Projets.

Public visé :

Étudiants en IUT d'informatique.

Objectif pédagogique :

Le cours, réparti sur les trois années de BUT, vise à former les étudiants aux enjeux du « numérique responsable » associés au développement d'une application, qui sert de fil rouge aux trois années de formation.

Compétences :

- Maîtriser les standards d'accessibilité et les référentiels liés à la conception « numérique responsable » ;
- Maîtriser la réglementation en matière de numérique ;
- Comprendre les impacts économiques et environnementaux du numérique ;
- Prendre part à la stratégie « numérique responsable » d'une organisation.

NB : les cours consacrés au numérique responsable correspondent à 3 compétences qui doivent être développées dans tous les BUT informatique, au niveau national : réaliser un développement d'application, conduire un projet, travailler dans une équipe informatique.

Lien avec le secteur économique :

Il n'y a pas de lien explicite avec le secteur économique. Les étudiants sont amenés à réaliser des stages au cours de leur formation, qui leur propose aussi de travailler sur des cas concrets issus d'entreprises locales.

Remarques complémentaires :

L'orientation « numérique responsable » de la formation correspond à une adaptation locale du programme national du BUT informatique, selon lequel cette adaptation représente un tiers du volume horaire total. Selon les données fournies par l'établissement, le nombre de dossiers étudiants reçus a augmenté de 27 % depuis l'adoption de cette orientation.

Développer son projet de transformation numérique dans une démarche éco-responsable (Université de Grenoble-Alpes)

Nombre d'heures/ECTS :

80h (40h de cours, 40h de projet) – Formation continue.

Public visé :

Professionnels en activité, en reconversion ou en recherche d'emploi avec une expérience d'au moins 2 à 3 ans sur un poste de gestion du développement du numérique et/ou de gestion de projets informatiques.

Objectif pédagogique :

L'objectif du module est d'accompagner des professionnels dans une réflexion critique sur des projets liés au numérique responsable au sein de leur entreprise. Il vise à la fois à leur donner des éléments de contexte et de connaissance pour comprendre les impacts du numérique sur l'environnement et à les former à des méthodes de travail permettant de mettre en application cette approche critique.

Compétences :

- Comprendre les impacts du numérique sur l'environnement ;
- Maîtriser les outils d'évaluation environnementale des services et produits numériques ;
- Intégrer la mesure des empreintes environnementales des services et produits numériques dès leur phase de conception et tout au long de leur cycle de vie en mettant l'accent sur une démarche RSE éco-responsable.

Lien avec le secteur économique :

Certains intervenants proviennent du secteur économique et proposent quelques heures de cours en lien direct avec leur activité (par exemple : l'analyse de cycle de vie ou la conduite de projet éco-responsable).

Remarques complémentaires :

La formation peut être financée par le CPF et donne accès à une certification.

Numérique Responsable (Université de La Rochelle)

Nombre d'heures/ECTS :

14h – Formation continue.

Public visé :

Professionnels en activité, tous secteurs confondus.

Objectif pédagogique :

La formation vise à proposer une sensibilisation au « numérique responsable » à des professionnels issus d'horizons variés. Elle propose également une première approche des outils de ce domaine.

Compétences :

- Identifier les différents impacts des services de son entreprise ;
- Mettre en œuvre une méthodologie de réduction des impacts au sein de son entreprise ;
- Établir et quantifier des indicateurs afin d'orienter les choix des décideurs vers des solutions « numériquement responsables ».

Lien avec le secteur économique :

Si la formation s'adresse à des professionnels en activité, elle est animée par un enseignant chercheur et aucune entreprise n'est amenée à intervenir. Cette formation est similaire à d'autres modules proposés à des entreprises par l'université de la Rochelle.

Remarques complémentaires :

La formation donne accès à la certification « numérique responsable » proposée par l'INR.

Conclusion

Ce rapport met en lumière l'évolution conjointe des métiers et des formations :

- D'une part, les entretiens menés en entreprise montrent une évolution profonde mais encore balbutiante des métiers. Il n'y a pas, à ce jour, de transformation des modes de production et de l'architecture des organisations pour inscrire la sobriété numérique comme un axe stratégique majeur. Si les transformations des métiers et compétences sont pour l'instant périphériques, elles témoignent de la restructuration globale du champ professionnel.
- D'autre part, les entretiens menés avec des acteurs de l'enseignement supérieur ont mis en lumière un manque de formation sur le « numérique responsable », expliquant en partie la difficulté de recrutement des entreprises – qui mettent en place des formations en interne pour pallier ce manque. Lorsqu'ils existent, les enseignements en lien avec le « numérique responsable » sont souvent isolés au sein des formations. Ils ne permettent pas de former les étudiants à des métiers, mais les incitent plutôt à adopter une approche. Ce constat se retrouve dans les formations apparues récemment et traitant du « numérique responsable » : elles forment davantage les étudiants à une approche qu'à un métier.

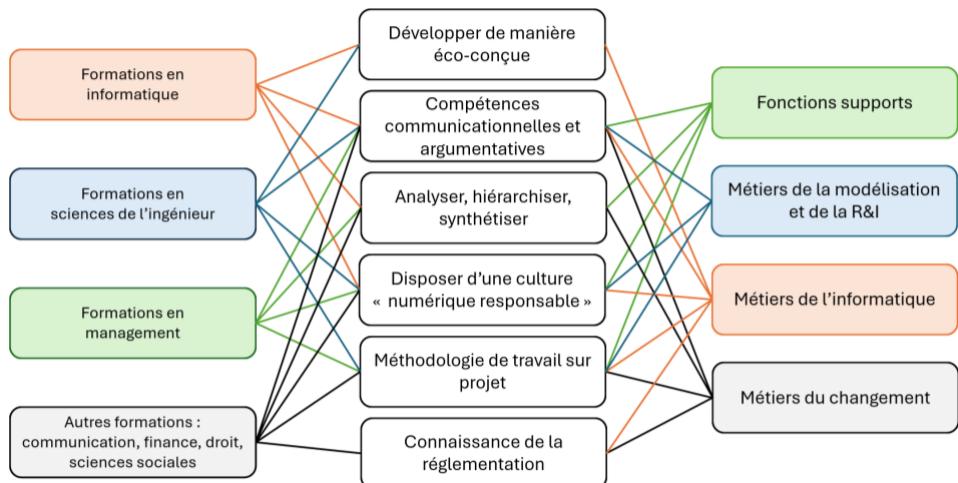
Les transformations professionnelles s'observent donc dans le **changement du rapport que les acteurs entretiennent avec le numérique et l'environnement, plus que dans l'apparition de nouveaux métiers et compétences.**

L'évolution conjointe des entreprises et des établissements d'enseignement supérieur au sujet du « numérique responsable » laisse penser qu'un secteur professionnel centré sur cette question est en train de se structurer. En témoigne notamment le travail effectué par l'organisation professionnelle Numéum pour faire reconnaître le métier de responsable *green IT* comme un métier émergent auprès de France Compétences. **Le projet VUES participe à cette structuration**, en offrant un panorama des enjeux propres aux entreprises et aux organismes de formation, ainsi que les porosités et ruptures entre ces deux champs :

- En proposant une **analyse croisée des métiers et des compétences**, le volet « métiers et compétences » permet d'avoir une vue transversale des enjeux liés au « numérique responsable » : rôle du numérique dans les métiers, contraintes, opportunités de travail et de formation. Il montre que l'apparition de nouveaux métiers et de nouvelles compétences est relativement marginale. **La transformation du champ professionnel opère davantage par la prise en compte des enjeux socio-environnementaux dans des**

filières déjà fortement digitalisées. La transition écologique s'appuie sur le numérique et réciproquement, les enjeux environnementaux sont pris en compte dans les dispositifs informatiques.

- **Le volet « formations »** propose une **cartographie des formations** existant en France et en Europe permettant de saisir les modalités d'enseignement du « numérique responsable » (formats, publics, connaissances et compétences transmises). Cette cartographie montre que le « numérique responsable » est principalement traité par des modules isolés au sein des formations et que les modalités de son enseignement restent hétérogènes au sein des établissements. Néanmoins, elle met en lumière **une certaine vitalité**, comme en témoigne l'émergence de formations dédiées au « numérique responsable » depuis le début des années 2020.



Cette étude centrée sur les compétences a fait apparaître que le secteur professionnel du numérique dans son ensemble se transforme. Elle nous invite à poursuivre le questionnement, en **analysant plus largement la façon dont ce secteur professionnel** – comprenant les départements informatiques des entreprises et des collectivités, les programmes de formation de l'enseignement supérieur et les organisations professionnelles – se **réorganise pour relever les défis de la transition écologique**. Comprendre l'évolution conjointe côté professions et enseignement nécessite un élargissement des acteurs enquêtés, un approfondissement des observations et la prise en compte du temps long dans la structuration de ce champ. Une telle approche processuelle permet de poursuivre trois objectifs :

- (i) **Cartographier le paysage professionnel** du « numérique responsable » et de la sobriété numérique en identifiant les métiers émergents et l'évolution des professions existantes.

- (ii) Dresser une **cartographie des formations** liées à ce secteur et des compétences autour desquelles il se structure, en ne se limitant pas aux cursus en informatique, mais en adoptant un point de vue pluridisciplinaire et interdisciplinaire.
- (iii) Favoriser une **réflexion collaborative et critique** sur les métiers et les compétences ainsi que la production de recommandations co-construites entre les différents acteurs du secteur professionnel avec une perspective à 2030 et à 2050, afin de mieux accompagner la transition numérique tout en respectant les principes de la transition écologique.

Ce programme de travail sera au cœur du projet « Reconfigurations du numérique pour la transition écologique : métiers et compétences », financé par l'ADEME et dont le Catalyseur de l'innovation et de l'entrepreneuriat du territoire Paris Ouest La Défense est partenaire, qui démarrera en 2025.