

CADRE CURRICULAIRE POUR LES ACADÉMIES ET LES INSTITUTS PROFESSIONNELS PROPOSANT DES FORMATIONS

**pour les secteurs
chimique, pharmaceutique
et caoutchouc-plastique**



With the financial
support of the
European Union

1 Introduction

Le présent document fournit le cadre d'un programme d'études pour l'enseignement de compétences numériques ainsi que de compétences transversales et sociales de soutien destiné à préparer les professionnels à la transformation numérique du secteur de la chimie, de la pharmacie, du caoutchouc et des plastiques. Ce cadre pourra être utilisé dans la formation et l'enseignement professionnels (EFP) et les instituts universitaires afin de garantir que la jeune génération qui se prépare à une carrière dans ces secteurs possède les compétences et qualifications numériques avancées requises. Ce cadre a été élaboré à partir de recherches documentaires et de plusieurs ateliers réalisés avec des employeurs, des travailleurs et des managers de l'industrie au printemps 2022. Les divers secteurs y étaient représentés. Nous présentons un cadre de compétences numériques pour programmes d'études et qualifications finales que les étudiants doivent acquérir au cours de la formation en plus du programme général. Certaines de ces qualifications sont nouvelles pour la plupart des établissements de formation et sont mises en évidence dans le cadre. La technologie numérique associée à chaque compétence évolue en permanence : ainsi, de nouvelles plateformes de médias sociaux ne cessent d'apparaître et de nouveaux capteurs arrivent sur le marché. Ce cadre se situe donc à un niveau plus général et ne décrit pas de technologies numériques spécifiques. Nous conseillons d'aligner le cadre du programme d'études sur les cadres de l'ECTN.

Nous présentons le cadre des compétences numériques requis pour les emplois et les tâches spécifiques au secteur. Les différences entre les secteurs ne sont pas importantes, toutefois, dans le secteur pharmaceutique, l'utilisation des technologies numériques semble déjà plus avancée, la recherche *in silico* en étant un exemple illustratif.

Les chargés de cours/professeurs qualifiés dans le domaine numérique sont une condition préalable au transfert de connaissances et une approche de formation des formateurs est une bonne pratique pour élargir les capacités d'apprentissage d'un secteur. Pour être en mesure d'éduquer et d'acquérir de nouvelles compétences, des installations, telles que des laboratoires de données, sont nécessaires.

La mise en place d'un écosystème avec l'industrie (cas, besoins exprimés, enseignants hybrides) est une bonne pratique pour aligner les besoins de l'industrie sur les programmes d'études afin d'améliorer les compétences des formateurs et des professionnels. Le modèle de communauté d'apprentissage intégrant l'apprentissage, l'innovation et le travail en un seul lieu est un concept prometteur.

L'adaptabilité est considérée comme la principale compétence à acquérir pour apprendre à désapprendre et à réagir à l'évolution rapide des technologies numériques. Cela requiert également un processus permettant d'aligner les cours en permanence sur les besoins de l'industrie, car le cadre actuel des compétences numériques devra être mis à jour prochainement, en raison de l'émergence continue de nouvelles technologies.

La cybersécurité et la sensibilisation à la vulnérabilité numérique doivent faire l'objet d'une attention accrue afin de pouvoir prendre des décisions éclairées sur l'adoption de nouvelles technologies numériques.

2 La transformation numérique

La numérisation de la fabrication fait progressivement évoluer la fonction de maintenance, la faisant passer de l'analogique et du papier au numérique et aux capteurs. Cela offre certes de nombreuses possibilités, en matière de maintenance prédictive par exemple, mais nécessite aussi de nombreuses nouvelles compétences. Cette numérisation permet en partie d'améliorer les enregistrements des défaillances, de l'état et de l'utilisation des actifs en rendant l'enregistrement moins dépendant de la saisie humaine. Cependant, les connaissances expertes et la gestion des connaissances restent essentielles : il faut un plus grand nombre de spécialistes pour la collecte et l'analyse de données spécifiques. (Tiddens, 2018).

La maintenance intelligente s'appuie sur la collecte exhaustive de données et sur la capacité de surveillance à distance pour permettre un flux d'informations constamment actualisé, disponible à tout moment et en tout lieu. Cela conduit à une maintenance prédictive guidée et à des stratégies de réparation optimisées. Les machines dotées de capacités d'apprentissage approfondi ne se contentent pas d'analyser les performances passées et présentes, mais peuvent également offrir des informations et des diagnostics précieux pour les machines et leurs composants.

La plateforme numérique en logistique crée une visibilité des positions d'inventaire, des mouvements de marchandises, des performances de livraison et de la conformité par rapport aux processus de sécurité. (Gmür, 2018)

Dans la logistique pharmaceutique, les initiatives de numérisation sont actuellement surtout axées sur les pratiques de suivi et de traçage. Les nouvelles réglementations en matière d'expédition (BPD) obligent les entreprises à mettre davantage l'accent non seulement sur la manière dont elles suivent et traçent leurs expéditions, mais aussi sur le contrôle de la température pendant le transport. Les technologies intelligentes et les plateformes centralisées en nuage offrent des moyens plus efficaces et plus complets de se conformer à ces exigences. Outre le suivi et le traçage, la logistique pharmaceutique affiche également un grand intérêt pour la sérialisation.

De nombreuses entreprises pharmaceutiques étudient les possibilités de mettre en œuvre des tours de contrôle centraux de la chaîne d'approvisionnement et les solutions informatiques sous-jacentes afin, non seulement, d'obtenir une meilleure visibilité de leur chaîne d'approvisionnement, mais surtout de leur donner un meilleur contrôle proactif de leurs expéditions et de l'exécution de la chaîne d'approvisionnement.

L'internet des objets (IoT) conduit à de nouvelles architectures de systèmes où les normes ouvertes jouent un rôle important. Grâce à une meilleure connectivité, l'information sera mieux disponible, ce qui pourrait entraîner l'intégration de fonctions auparavant isolées et plus étroitement intégrées. À ce stade, la modélisation au bon niveau de fidélité sera essentielle. On peut s'attendre à ce que l'importance de l'optimisation augmente. Une autre tendance est l'arrivée de capteurs portatifs et de dispositifs portables dans les ateliers.

Les technologies numériques changent la façon dont la recherche et l'innovation sont effectuées : on peut citer comme exemples la recherche *in silico* pour des éléments tels que le criblage de médicaments candidats, les simulations cellulaires, ainsi que l'utilisation du jumelage numérique pour prédire l'impact des nouvelles technologies et l'utilisation de la veille technologique à l'aide de l'intelligence artificielle.

De nouvelles méthodes de chimie et de recherche fondées sur les données apparaissent. Une partie de la stratégie de recherche et d'innovation axée sur les données consiste à collecter, agréger et analyser toutes les données de recherche disponibles et à les fournir à tous les travailleurs concernés (système interne de gestion des connaissances).

3 Maîtriser les meilleures pratiques en matière de programmes d'étude

Pour pouvoir réutiliser les ressources pédagogiques libres disponibles, celles-ci doivent être clairement décrites et étiquetées au moyen de compétences normalisées. La description doit indiquer clairement le niveau auquel le matériel pédagogique est destiné (académique, professionnel, etc.). Cela est utile lorsque les ressources pédagogiques sont réduites car elle peuvent être compilées pour former un nouveau cours.

L'anglais est la norme transfuge des ressources pédagogiques qui doivent être utilisées dans des populations d'étudiants diverses, ou qui sont destinées à être publiées en tant que ressource pédagogique libres. Le programme d'études est typiquement mis à jour tous les 3 ans par les grandes universités, ce qui permet d'inclure les nouvelles technologies numériques.

La coopération avec l'industrie est essentielle pour rester conforme à ses besoins. Les communautés d'apprentissage, y compris les relations entretenues avec les PME (stages, par exemple), peuvent contribuer à créer une base commune de compétences numériques. Il est courant de proposer aux étudiants des tests d'entrée et des cours sur les compétences numériques de base. Cela peut se faire à travers les disciplines et avec des affectations de projet ou des cours en ligne. Une série de cours d'entrée régulièrement mentionné par les instituts de connaissances est la Khan academy¹. Il y existe une bonne pratique qui consiste dans l'utilisation de semaines de projets numériques interdisciplinaires au cours desquelles les étudiants travaillent sur des défis industriels à résoudre à l'aide de technologies numériques : cela élargit à la fois la communication et l'ensemble des compétences numériques. Les grandes universités utilisent toutes des environnements d'apprentissage en ligne (systèmes LMS) et ont tendance à appliquer un concept de classe inversée qui permet de se concentrer sur la manière dont les informations peuvent être utilisées. L'utilisation des examens en ligne ou électroniques est en augmentation et les nouvelles technologies sont utilisées pour l'authentification des candidats (reconnaissance vocale, reconnaissance d'image) et pour surveiller le candidat via une webcam afin de détecter tout comportement suspect.

L'utilisation de la réalité virtuelle pour découvrir la structure des protéines avec plusieurs étudiants en même temps est un bon exemple de son impact dans l'enseignement. Avec un casque de réalité virtuelle (compatible avec Google Cardboard) et un smartphone, tout le monde peut découvrir la structure chimique en 3D contenue dans la Banque de données sur les protéines (PDB). Un autre exemple est l'utilisation de la gamification et de la modélisation en 3D pour apprendre le repliement des protéines.

Le jumelage numérique commence à être utilisé pour la formation en tant que méthode permettant de gérer le fonctionnement normal ou la maintenance, mais aussi pour réagir aux anomalies et aux incidents de manière réaliste et sûre. L'utilisation des laboratoires électroniques, liée à cette tendance, permet d'offrir un apprentissage en ligne ainsi que des expériences scientifiques réelles et des outils d'analyse des données, ce qui réduit les coûts des laboratoires et crée un environnement d'essai accessible 24/24 heures et 7/7 jours pour la formation.

¹ <https://www.khanacademy.org/>

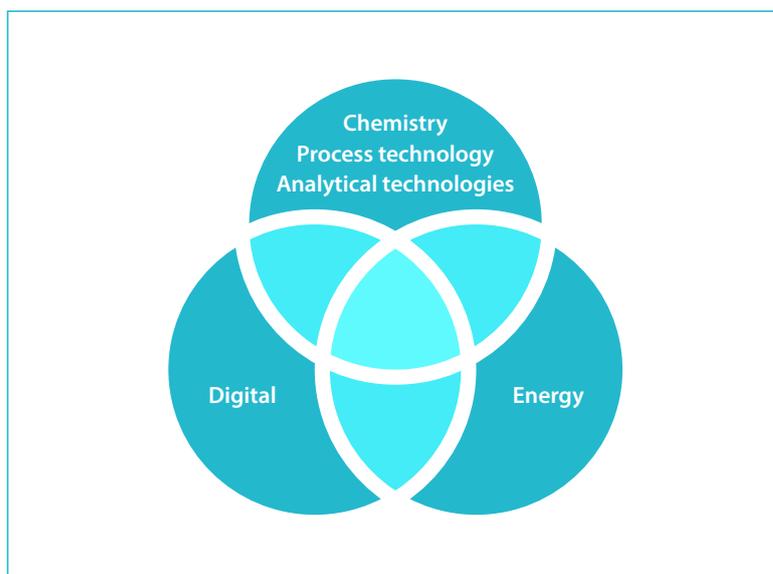
4 Compétences

On peut considérer que le professionnel de la chimie doit bénéficier des compétences traditionnelles de la chimie, de la technologie des procédés et des technologies analytiques, complétées par des connaissances sur les technologies numériques et des compétences en matière d'énergie ou de durabilité. Les professionnels de l'informatique couvriront la partie verte en bas à gauche, les spécialistes de l'énergie la partie verte en bas à droite. Ce cadre traite de la partie bleue en haut à gauche et de la partie noire qui décrivent les compétences d'un professionnel de l'industrie en matière de technologies numériques.

Veillez noter que dans les activités d'apprentissage proposées dans le cadre de l'Association européenne des réseaux thématiques de chimie (ECTN), l'accent n'est mis que de manière limitée sur les approches d'apprentissage numérique. Avec les possibilités actuelles mises à disposition par l'apprentissage en ligne, la réalité virtuelle, les simulations, etc., nous considérons qu'il est possible d'innover également dans l'approche de l'apprentissage.

Au cours de leur cursus, les étudiants doivent prendre conscience de l'importance de la chimie dans le monde qui nous entoure et des possibilités qu'elle offre pour aider à résoudre les problèmes auxquels l'humanité doit trouver des solutions si elle veut survivre. Il est donc essentiel que les enseignants ne mettent pas uniquement l'accent sur l'aspect académique de la matière, mais qu'ils présentent également des sujets tels que :

- La chimie et l'industrie
- La chimie et l'environnement
- L'importance économique de la chimie
- La chimie et l'énergie, les changements climatiques et la production alimentaire
- La chimie et la biologie
- La chimie et la médecine
- Les aspects sociaux de la chimie
- Le cadre réglementaire



5 Cadre du programme d'études

Considérant les besoins de l'industrie, nous suggérons les attendus suivants pour le cadre du programme d'études des instituts universitaires et professionnels qui proposent un cours en matière de maintenance, d'opérations ou d'ingénierie logistique. Ils comportent un certain nombre de compétences en matière de science des données appliquée issues du cadre Edison Data Science Framework (EDSF²) relatives à l'expertise en matière de connaissances du domaine et aux compétences en matière de gestion et de gouvernance des données.

¹ Y.Demchenko e.a. 2018 EDISON Data Science Framework: 1^{ère} partie : Cadre de compétences en science des données (CF-DS) version 3

LES NOUVELLES COMPÉTENCES QUI DOIVENT ÊTRE INTÉGRÉES DANS LE MONDE UNIVERSITAIRE SUR LA BASE DE L'EDSF ET EN SUPPLÉMENT, COMME INDIQUÉ PAR L'INDUSTRIE ET LES INSTITUTS DE CONNAISSANCE.	Maintenance	Opérations	Logistique	R&D
Utilisation des techniques appropriées d'analyse de données et de statistiques sur les données disponibles pour découvrir de nouvelles relations et fournir des informations sur les problèmes de recherche ou les processus organisationnels et soutenir la prise de décision.	X	X	X	X
Capacité à interagir avec des systèmes numériques en utilisant divers types d'interfaces, y compris des robots de service et des robots industriels, à l'aide de diverses interfaces (vocales ou gestuelles).	X	X	X	X
Utilisation efficace de diverses techniques d'analyse de données, telles que l'apprentissage automatique (y compris l'apprentissage supervisé, non supervisé et semi-supervisé), l'exploration de données, l'analyse prescriptive et prédictive, pour l'analyse de données complexes tout au long du cycle de vie des données.	X	X	X	X
Application des techniques quantitatives désignées, notamment les statistiques, l'analyse des séries chronologiques, l'optimisation et la simulation, afin de déployer des modèles appropriés pour l'analyse et la prédiction.	X	X	X	X
Identification, extraction et regroupement des données hétérogènes disponibles et pertinentes, y compris les sources de données modernes telles que les données des médias sociaux, les données ouvertes, les données gouvernementales, vérification de la qualité des données.	X	X	X	X
Compréhension et utilisation de différentes mesures de performance et de précision pour la validation des modèles dans les projets d'analyse, les tests d'hypothèses et la recherche d'informations.	X	X	X	X
Développement d'analyses de données requises pour les tâches organisationnelles, intégration des applications d'analyse et de traitement des données dans le flux de travail et les processus commerciaux de l'organisation pour permettre une prise de décision agile.	X	X	X	X
Visualisation des résultats de l'analyse des données, conception de tableaux de bord et utilisation des méthodes de narration.	X	X	X	X
Analyse des besoins en information, évaluation des données existantes et suggestion/identification des nouvelles données requises dans un contexte commercial spécifique pour atteindre l'objectif organisationnel, y compris en utilisant les réseaux sociaux et les sources de données ouvertes.	X	X	X	X
...

...
Compétences expertes en risques et réglementations liées à une interaction dangereuse avec les outils et les données numériques.	X	X	X	X
Compétences expertes dans la communication d'idées dans différents formats et systèmes (numériques).	X	X	X	X
Excellente connaissance de la technologie des capteurs disponibles et des tendances à venir comme les systèmes de censure portables.	X	X	X	X
Compréhension de base de l'IA, des différents types d'algorithmes d'apprentissage automatique et des réseaux neuronaux, sans insister fortement sur le codage.	X	X	X	X
Capacité à travailler avec des systèmes de gestion de la maintenance.	X			
Capacité à travailler avec des systèmes de gestion de la chaîne d'approvisionnement et des systèmes de commande			X	X
Capacité à travailler avec des cobots.	X	X		
Capacité à travailler avec des systèmes de surveillance de l'énergie et à analyser les données pour en optimiser l'utilisation		X		
Capacité à travailler avec des systèmes de contrôle distribués et excellentes connaissances de leurs éléments et de leur architecture globale.		X		X
Capacité à travailler avec les systèmes d'inventaire et d'entrepôt.	X		X	
Compréhension des possibilités de marquage et de traçage comme les codes QR, les technologies RFID, les codes-barres.			X	
Capacité à travailler avec des solutions de suivi et de traçage.			X	X
Capacité à utiliser les données fournies par les tours de contrôle de la chaîne d'approvisionnement.				X
Opérationnalisation des concepts flous afin de mesurer les indicateurs clés de performance destinés à valider l'analyse commerciale, identifier et évaluer les défis potentiels				X
Capacité à développer des formats créatifs, dont le multimédia, et la programmation.	X	X	X	X

SOUTENIR LES COMPÉTENCES TRANSVERSALES ET SOCIALES LIÉES À LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE	Maintenance	Opérations	Logistique	R&D
Adaptabilité, souplesse d'apprentissage et aptitude au changement, principalement en raison de l'évolution rapide du contexte technologique.	X	X	X	X
Compétences interculturelles en raison de la diversité croissante dans les équipes.	X	X	X	X
Capacité à entretenir des relations avec les parties prenantes internes et externes.	X	X	X	X
Capacité à coopérer et à communiquer avec des non-experts et des professionnels d'autres domaines.	X	X	X	X
Capacité à coopérer au sein d'équipes virtuelles.				
Capacité à créer des réseaux et à collaborer par le biais de canaux numériques.				
Capacité à interagir avec les communautés et les réseaux et à y participer.				
Compétences en matière de résolution de problèmes et sensibilisation aux différentes techniques (numériques) de résolution de problèmes et capacité à choisir l'approche appropriée.	X	X	X	X
Compétences en matière d'éthique et de sécurité, avec la capacité de se protéger contre la fraude en ligne, les menaces, la protection des données et des identités numériques et la conscience éthique.	X	X	X	X
Pensée computationnelle.	X	X	X	X



Imprimer

Éditeur

FECCIA – European Federation of Managerial
Staff in the Chemical and Allied Industries
ECEG – European Chemicals Employers Group
Ledarna

Résultats développés par

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.
www.royalhaskoningdhv.com

Disposition

Nolte Kommunikation
www.nolte-kommunikation.de

Crédit photo

[shutterstock.com/Anusorn Nakdee](https://www.shutterstock.com/Anusorn+Nakdee)