



Cofinanciado por
la Unión Europea



COURS VIRTUEL

POUR LA FORMATION
TECHNOLOGIQUE DES
ENSEIGNANTS DU SECONDAIRE



1ο Επαγγελματικό
Λύκειο Πάτρας

Coordinateur:

Ikasia Technologies SL

Écrit par :

José Luis Gómez Ribelles

Laura Gómez Estrada

Luis Gómez Estrada

Luis Martins

Raquel Navarro Cerveró

Pierre Carrolaggi

Carlo Zoli

Juliana Oliveira

Panagiotis Chatzipapas

Georgios Charalampidis

Panagiotis Karampelas

Dimitrios Fligos

César Almarcha

Ce document est issu du projet Erasmus+ « Didactech : Rapprocher les technologies de pointe des élèves défavorisés du secondaire afin de favoriser leur inclusion et leur accès au marché du travail technologique, tout en soutenant les écoles primaires sous-financées ». Ce projet a bénéficié du soutien financier de la Commission européenne. Cette publication n'engage que son auteur et la Commission ne saurait être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations qu'elle contient.



Co-funded by
the European Union

Toutes les images utilisées sont libres de droits.

Licence Creative Commons : Ce document est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution-Partage à l'Identique, qui autorise son téléchargement et son partage à condition que les auteurs soient crédités, mais il ne peut être modifié d'aucune manière ni utilisé à des fins commerciales.



Indice

1. Introduction.
2. Laboratoire technologique.
3. L'enseignement des sciences et des technologies.
 - 3.1. Les compétences STEM et leur importance dans l'enseignement secondaire.
4. Stratégies pour motiver les élèves.
 - 4.1. Apprentissage pratique et expérimental dans les laboratoires technologiques (Techlab)
 - 4.2. Références.
 - 4.3. Collaboration avec les entreprises technologiques.
 - 4.4. Évaluation de la motivation.
5. Inclusion et participation équitable aux projets technologiques.
 - 5.1. Élèves rencontrant des difficultés.
 - 5.2. Mesures d'inclusion et de participation équitable.
6. L'impression 3D dans l'éducation.
 - 6.1. Qu'est-ce que l'impression 3D ?
 - 6.2. Types d'imprimantes et de filaments.
 - 6.3. Avantages pédagogiques.
7. Comment intégrer l'impression 3D en classe.
8. Comment créer des activités pour un Techlab.

9. Prévention des risques en classe.

9.1. Identification des risques et mesures de prévention.

9.2. Protocole de sécurité.

9.3. Liste de contrôle.

10. Durabilité environnementale

10.1. Pratiques durables dans la mise en œuvre des Techlabs.

1. INTRODUCTION

Les crises qui ont frappé l'Europe ces dernières années ont engendré un développement technologique sans précédent, jouant un rôle prépondérant dans la reconstruction sociale, économique, sanitaire et éducative. La science est devenue un levier dynamique et efficace pour surmonter les obstacles liés à ces crises, permettant l'accès à l'éducation à ceux qui ne pouvaient pas fréquenter l'école et constituant un atout de plus en plus précieux pour l'employabilité des élèves du secondaire confrontés à des difficultés.

La technologie a également tenté de pénétrer le domaine de l'éducation (l'UE a déployé des efforts considérables pour numériser l'enseignement en investissant plus de 1,6 milliard d'euros en Espagne d'ici 2027 et 5,7 billions d'euros à travers l'Europe).

Cependant, ce progrès technologique n'a pas profité à toutes les écoles de manière égale, et sa mise en œuvre peine souvent à atteindre les établissements scolaires qui en ont le plus besoin : ceux situés dans des zones particulièrement touchées par des crises sociales. Paradoxalement, les écoles et les élèves des régions défavorisées qui ont le plus besoin de ces ressources sont ceux qui y ont le moins accès, en raison de la complexité de leur utilisation. Ces régions, où les opportunités d'emploi et d'entrepreneuriat sont rares, engendrent apathie et démotivation chez les jeunes (en particulier les filles) vis-à-vis d'une éducation qu'ils jugent dépourvue d'alternatives... contribuant ainsi fortement à leur taux d'abandon scolaire élevé. Cette situation conduit à des écoles en manque de ressources et de personnel, les enseignants étant submergés par leur charge de travail quotidienne et n'ayant pas le temps de relever les défis de la numérisation ni d'exploiter les quelques laboratoires 3D mis en place, dont le fonctionnement exige un investissement important.

Dans ces écoles, les enseignants et l'administration travaillent sans relâche au quotidien (bien au-delà de leurs moyens) pour surmonter les obstacles rencontrés par leurs élèves et éviter le décrochage scolaire et l'exclusion. Tout cela se fait sans le matériel et le soutien dont ils ont besoin.

Dans ce contexte, le projet Erasmus+ « DIDACTECH » a vu le jour. Il propose une stratégie commune, mise en œuvre par des entreprises technologiques en collaboration avec des établissements d'enseignement secondaire, qui génère un parcours éducatif complet. Ce parcours favorise la formation technologique et l'intérêt des élèves en difficulté grâce à des projets pratiques. Ces projets sont également très utiles aux écoles primaires qui en ont besoin, en soutenant leurs enseignants et en réduisant les besoins en équipement de ces établissements. Ils permettent même de créer du matériel adapté aux difficultés spécifiques des élèves en situation de handicap. Ce processus repose sur la création de TECHLABs, des ateliers de fabrication technologique. Dans ces ateliers, des élèves issus de milieux défavorisés (notamment des filles, car selon le Livre blanc sur les femmes dans la technologie (2019), seulement 16 % des professionnels des STIM sont des femmes, et très peu d'adolescents (0,7 %) s'intéressent à des études technologiques) participent à des processus de production qui les rapprochent des systèmes de production de demain, tout en aidant les écoles européennes aux ressources limitées.

Didactech

Avec Didactech, nous avons permis à des élèves en difficulté d'acquérir des compétences technologiques et scientifiques et nous aidons les enseignants des écoles à faibles revenus à mettre en œuvre une formation technologique gratuite adaptée à leurs besoins.



Ce processus éducatif englobe les heures de classe et les activités extrascolaires, avec un engagement ferme à promouvoir l'inclusion sociale des élèves issus de milieux défavorisés, et plus particulièrement des filles, qui rencontrent les plus grands obstacles non seulement pour accéder au marché du travail en général, mais aussi dans les domaines scientifiques et technologiques. Nous nous efforçons de lever les obstacles auxquels elles sont confrontées pour accéder aux opportunités offertes par le secteur technologique et le programme E+, contribuant ainsi à la création d'environnements inclusifs qui promeuvent l'équité et l'égalité et répondent aux besoins de l'ensemble de la communauté.

Ces obstacles entraînent généralement un décrochage scolaire, notamment chez ces élèves.

Cette stratégie intègre le « cours virtuel de formation technologique des enseignants du secondaire », un cours virtuel spécifiquement destiné aux enseignants du secondaire qui vise à promouvoir leur formation aux dernières avancées technologiques et à leur fournir des stratégies pour motiver les élèves et lutter contre le décrochage scolaire grâce à la science et à la technologie.

En résumé, grâce à « Didactech » et au « Cours virtuel de formation technologique pour les enseignants du secondaire », nous souhaitons contribuer à la modernisation du modèle d'enseignement scolaire, conformément à la résolution du Conseil relative à un cadre stratégique pour la coopération européenne en matière d'éducation et de formation en vue de l'Espace européen de l'éducation et au-delà (2021-2030). Nous soutenons l'amélioration de l'enseignement des sciences, des technologies, de l'ingénierie et des mathématiques (STEM) au niveau scolaire en promouvant les meilleures pratiques en matière de développement des liens et de la coopération entre l'enseignement supérieur, la recherche et les entreprises avec les établissements scolaires au niveau de l'UE, et en luttant efficacement contre les inégalités et les stéréotypes de genre dans les STEM, en nous appuyant sur Erasmus+ comme partenaire clé.

2.TECHLAB

Les Techlabs sont des laboratoires de technologie d'impression 3D entièrement gratuits, conçus pour rapprocher les sciences et les technologies des lycéens, en particulier ceux qui rencontrent des difficultés.

Une expérience éducative concrète, motivante et utile qui rend l'apprentissage tangible et passionnant.

Grâce à des équipements de fabrication numérique de pointe (tels que les imprimantes 3D), les enseignants peuvent facilement et dynamiquement intégrer la 3D dans l'enseignement de leurs élèves, et ces derniers plongent dans le monde passionnant des sciences, développant des compétences fondamentales pour leur avenir académique et professionnel.

Grâce à l'impression 3D, les élèves ont la possibilité de s'intéresser aux sciences et aux technologies, de développer leur créativité et d'acquérir des compétences transversales essentielles, telles que l'esprit critique et scientifique, tout en découvrant les concepts des disciplines STEM (sciences, technologies, ingénierie et mathématiques).

Dans cette optique, chaque salle de classe devient une occasion d'apprendre les sciences de manière dynamique et ludique, de travailler en équipe et d'acquérir des compétences clés et transversales. La mise en place d'un laboratoire technologique dans les écoles primaires et secondaires offre de nombreux avantages pour l'établissement, ses enseignants et ses élèves. Parmi les principaux avantages pour les enseignants, on peut citer :

1**Intégrez la 3D dans vos cours de manière accessible et dynamique.**

Nul besoin d'être un expert en technologie 3D pour l'intégrer à vos cours. La méthodologie Techlab vous permet d'intégrer facilement la 3D en classe, sans nécessiter de connaissances techniques avancées.

2**Suscitez l'intérêt de vos élèves pour les sciences et les technologies.**

Le Techlab vous permettra de créer un espace où vos élèves apprendront les sciences et les technologies en expérimentant, en concevant et en résolvant des problèmes. Nous sommes convaincus que la concrétisation des concepts stimule la curiosité et l'intérêt des élèves pour l'apprentissage.

3**Développez les compétences clés de vos élèves.**

Le Techlab offre à vos élèves la possibilité d'acquérir des compétences clés et transversales de manière dynamique, simple et attrayante.

4**Bénéficier d'un soutien technique et pédagogique continu.**

Vous ne serez pas seul(e) dans le processus de mise en œuvre de Techlab. Vous bénéficierez du soutien d'une équipe de scientifiques et d'experts qui vous conseilleront tout au long du processus, de la mise en œuvre au développement.

**Recevez une formation spécifique.**

Le cours que vous suivez fait partie de la formation que vous recevrez pour la mise en œuvre et le développement du Techlab. De plus, vous aurez accès à des ateliers et des sessions de formation en ligne et/ou en présentiel (selon la localisation de votre établissement d'enseignement).

**Transformez votre salle de classe en un laboratoire d'idées technologiques.**

Imaginez votre salle de classe STEM transformée en un espace dynamique où l'apprentissage est interactif, pratique et dynamique, où les élèves apprennent avec enthousiasme, expérimentent et apprennent par la pratique.

**Elle favorise la motivation des élèves et prévient le décrochage scolaire.**

La méthodologie innovante de Techlab encourage la participation des élèves, notamment ceux qui rencontrent des obstacles, des difficultés d'apprentissage, un manque de motivation, etc. En se sentant acteurs de leur apprentissage, les élèves manifestent un intérêt et un engagement accrus, ce qui contribue à prévenir le décrochage scolaire et à améliorer leurs résultats scolaires.

3. ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

3.1. LES COMPÉTENCES EN SCIENCES, TECHNOLOGIES, INGÉNIERIE ET MATHÉMATIQUES (STEM) ET LEUR IMPORTANCE DANS L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

La Commission européenne, dans sa recommandation du Conseil du 22 mai 2018 relative aux compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie (2018/C 189/01), aborde le développement des compétences clés, de l'éducation préscolaire à la scolarité jusqu'à l'éducation des adultes, et définit la compétence comme suit : « Les compétences clés sont celles dont chaque individu a besoin pour son épanouissement personnel, son employabilité, son intégration sociale, l'adoption de modes de vie durables, la réussite dans des sociétés pacifiques, une vie saine et une citoyenneté active. Elles se développent dans une perspective d'apprentissage tout au long de la vie, de la petite enfance à l'âge adulte, et par le biais d'apprentissages formels, non formels et informels dans tous les contextes, y compris la famille, les établissements d'enseignement, le lieu de travail, l'environnement et les autres communautés. » [i]

La mise en œuvre des Techlabs dans les classes de l'enseignement secondaire constitue une stratégie méthodologique innovante qui favorise le développement intégral des élèves, conformément aux compétences clés définies par l'Union européenne.

[i]Recommandation du Conseil de l'Union européenne du 22 mai 2018 relative aux compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie (2018/C 189/01). Annexe. Compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie. Un cadre de référence européen.

compétences en littératie

La Commission européenne définit l’alphabétisation comme « la capacité d’identifier, de comprendre, d’exprimer, de créer et d’interpréter des concepts, des sentiments, des faits et des opinions oralement et par écrit, en utilisant des supports visuels, sonores ou audio et numériques dans différentes disciplines et contextes. Cela implique la capacité de communiquer et d’établir des liens efficaces avec d’autres personnes, de manière appropriée et créative »^[ii].

Dans les laboratoires technologiques, les élèves formulent des hypothèses, expriment leurs opinions, échangent des idées, recherchent des informations et réalisent des activités à l’oral et à l’écrit. L’ensemble de ces activités renforce leur capacité à comprendre, interpréter et reproduire des textes et des dialogues, favorisant ainsi le développement de cette compétence.



[i]Recommandation du Conseil de l'Union européenne du 22 mai 2018 relative aux compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie (2018/C 189/01). Annexe. Compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie. Un cadre de référence européen.

Compétences en mathématiques et en sciences, technologies et ingénierie

La Commission européenne définit la compétence mathématique comme « l'aptitude à développer et à appliquer un raisonnement et une perspective mathématiques pour résoudre divers problèmes de la vie quotidienne. S'appuyant sur une bonne maîtrise du calcul, l'accent est mis autant sur le processus et l'activité que sur les connaissances. La compétence mathématique implique, à des degrés divers, l'aptitude et la volonté d'utiliser des modes de pensée et de représentation mathématiques (formules, modèles, constructions, graphiques et diagrammes) » [iii]. La compétence en sciences, technologies et ingénierie est quant à elle définie comme « l'aptitude et la volonté d'expliquer le monde naturel en utilisant l'ensemble des connaissances et des méthodologies employées, notamment l'observation et l'expérimentation, afin de poser des questions et de tirer des conclusions fondées sur des preuves. La compétence en technologies et ingénierie signifie l'application de ces connaissances et méthodologies en réponse aux besoins ou désirs humains perçus. La compétence en sciences, technologies et ingénierie implique la compréhension des changements induits par l'activité humaine et la responsabilité de chaque citoyen » [iv].

Les laboratoires technologiques constituent un espace d'apprentissage fondamental pour l'étude des disciplines STEM grâce à l'impression 3D, car ils permettent aux élèves de passer de l'abstrait au concret. Par exemple, les mathématiques ne se limitent plus aux seuls nombres mais se concrétisent en objets conçus, la technologie s'apprend par l'innovation, et des matières comme la biologie, la physique et la chimie sont abordées à l'aide de modèles tridimensionnels que les élèves peuvent manipuler et comprendre plus facilement.



Ainsi, la résolution de problèmes est intégrée grâce à des concepts issus des mathématiques, de la physique, de la biologie, des technologies et d'autres disciplines appliqués à la conception 3D, permettant aux élèves de développer leur esprit critique et scientifique par l'observation, l'expérimentation, la modélisation et le prototypage. Cette approche favorise non seulement un comportement critique et responsable, mais aussi la compréhension et la motivation pour les sciences et les technologies.

Par exemple, au Techlab, nous pouvons réaliser un exercice pratique sur les modèles moléculaires, qui fait partie du programme STEM de physique et de chimie. Dans cet exercice, nous créerons un modèle permettant d'expliquer et de comprendre la structure moléculaire de substances très différentes, allant de molécules simples comme l'eau ou l'oxygène et l'azote qui constituent en grande partie l'air, à des molécules extraordinairement complexes telles que celles qui forment les composants des systèmes vivants : protéines, polysaccharides, ADN et ARN.

Ce modèle permettra aux étudiants de visualiser non seulement la composition, mais aussi la mobilité interne, c'est-à-dire le nombre de conformations différentes que peuvent adopter les molécules. Bien sûr, cela nécessite un grand nombre d'atomes, et notre laboratoire d'impression 3D (Techlab) nous permettra d'élargir notre gamme de molécules à volonté.

[iii] Recommandation du Conseil de l'Union européenne du 22 mai 2018 relative aux compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie (2018/C 189/01). Annexe. Compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie. Un cadre de référence européen.

[iv] Recommandation du Conseil de l'Union européenne du 22 mai 2018 relative aux compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie (2018/C 189/01). Annexe. Compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie. Un cadre de référence européen.

Compétences numériques

La Commission européenne définit la compétence numérique comme « l'utilisation sûre, critique et responsable des technologies numériques pour apprendre, travailler et participer à la vie en société, ainsi que l'interaction avec ces technologies. Elle comprend la maîtrise de l'information et des données, la communication et la collaboration, l'éducation aux médias, la création de contenu numérique (y compris la programmation), la sécurité (y compris le bien-être numérique et les compétences liées à la cybersécurité), les questions de propriété intellectuelle, la résolution de problèmes et la pensée critique. » [v]



L'utilisation d'équipements d'impression 3D innovants, de logiciels de modélisation et d'outils numériques pour la mise en œuvre des Techlabs fait de ces laboratoires technologiques un environnement fondamental pour la culture numérique et l'acquisition de cette compétence.

Dans certains cas, l'enseignant créera et construira les modèles 3D (par exemple, des molécules simples comme l'eau, l'éthanol, le butane ou le glucose), tandis que dans d'autres cas, les élèves seront directement impliqués dans la conception, l'expérimentation et la construction (en fonction du sujet STEM).

[v]Recommandation du Conseil de l'Union européenne du 22 mai 2018 relative aux compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie (2018/C 189/01). Annexe. Compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie. Un cadre de référence européen.

Compétences personnelles, sociales et d'apprentissage

La Commission européenne définit les compétences personnelles, sociales et d'apprentissage comme « la capacité de réfléchir sur soi-même, de gérer efficacement son temps et l'information, de collaborer de manière constructive avec autrui, de maintenir sa résilience et de gérer son propre apprentissage et sa carrière. Elles comprennent la capacité de faire face à l'incertitude et à la complexité, d'apprendre à apprendre, de contribuer à son bien-être physique et émotionnel, de maintenir sa santé physique et mentale, de mener une vie saine et tournée vers l'avenir, de faire preuve d'empathie et de gérer les conflits dans un contexte inclusif et solidaire. » [vi]

Les Techlabs favorisent le développement de compétences clés en matière de pensée critique (apprendre à apprendre, recherche d'informations, formulation d'hypothèses et de réponses, recherche de solutions, prise de décisions, formulation de problèmes, analyse critique et scientifique...), ainsi que le travail d'équipe, permettant aux étudiants de gagner en confiance en leurs capacités et en motivation pour apprendre à apprendre.



[vi] Recommandation du Conseil de l'Union européenne du 22 mai 2018 relative aux compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie (2018/C 189/01). Annexe. Compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie. Un cadre de référence européen.

Compétence civique

La Commission européenne définit la compétence civique comme « la capacité d'agir en citoyens responsables et de participer pleinement à la vie sociale et civique, sur la base d'une compréhension des concepts et structures sociaux, économiques, juridiques et politiques, ainsi que de la durabilité et des événements mondiaux ». [vii]



Les laboratoires technologiques sont des espaces inclusifs et non discriminatoires conçus pour garantir la participation équitable de tous les élèves, notamment ceux qui rencontrent des obstacles. Leur mise en place favorise l'égalité des chances et la participation responsable au sein de la communauté éducative, contribuant ainsi à une éducation fondée sur la diversité et l'équité.

[vii] Recommandation du Conseil de l'Union européenne du 22 mai 2018 relative aux compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie (2018/C 189/01). Annexe. Compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie. Un cadre de référence européen.

Compétences entrepreneuriales

La Commission européenne définit la compétence entrepreneuriale comme « la capacité d'agir sur les opportunités et les idées et de les transformer en valeur pour autrui. Elle repose sur la créativité, la pensée critique et la résolution de problèmes, la prise d'initiative, la persévérance et la capacité de travailler en collaboration à la planification et à la gestion de projets à valeur financière, sociale ou culturelle. » [viii]

Au sein du laboratoire technologique et grâce à l'impression 3D, les élèves apprennent à identifier les problèmes, à formuler des hypothèses et à proposer des solutions, ce qui favorise l'initiative, la prise de décision et la gestion des ressources. Ils acquièrent ainsi les compétences nécessaires pour développer un esprit d'entreprise tourné vers l'innovation.



[viii] Recommandation du Conseil de l'Union européenne du 22 mai 2018 relative aux compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie (2018/C 189/01). Annexe. Compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie. Un cadre de référence européen.

Compétence en matière de sensibilisation et d'expression culturelles

La Commission européenne définit la compétence en matière de sensibilisation et d'expression culturelles comme « la capacité de comprendre et de respecter la manière dont les idées et les significations sont exprimées et communiquées de façon créative dans différentes cultures, ainsi qu'à travers un éventail d'arts et d'autres manifestations culturelles. Elle implique de s'efforcer de comprendre, de développer et d'exprimer ses propres idées et un sentiment d'appartenance à la société ou de jouer un rôle en son sein de différentes manières et dans différents contextes. » [ix]

Bien que les laboratoires technologiques soient fortement axés sur les sciences et la technologie, ils offrent également la possibilité d'être créatif à travers des projets de conception dans des domaines tels que la technologie, permettant aux étudiants de transformer leurs idées en prototypes 3D.



[ix] Recommandation du Conseil de l'Union européenne du 22 mai 2018 relative aux compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie (2018/C 189/01). Annexe. Compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie. Un cadre de référence européen.

Compétence multilingue

La Commission européenne définit la compétence multilingue comme « la capacité d'utiliser différentes langues de manière appropriée et efficace à des fins de communication. D'une manière générale, elle partage les mêmes dimensions de compétence que l'alphabétisation : elle repose sur la capacité de comprendre, d'exprimer et d'interpréter des concepts, des pensées, des sentiments, des faits et des opinions oralement et par écrit (écouter, parler, lire et écrire) dans divers contextes sociaux et culturels, en fonction de ses souhaits ou de ses besoins. » [x]



La mise en place des Techlabs et le développement des activités au sein du laboratoire technologique exigent des étudiants qu'ils recherchent des informations, des manuels et des ressources dans différentes langues, ce qui leur permet de développer un vocabulaire technique, scientifique et technologique principalement en anglais.

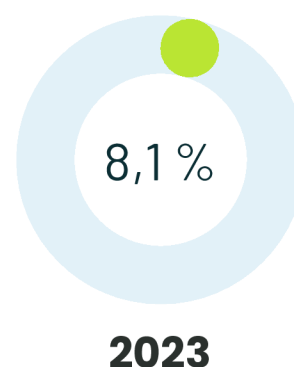
[x]Recommandation du Conseil de l'Union européenne du 22 mai 2018 relative aux compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie (2018/C 189/01). Annexe. Compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie. Un cadre de référence européen.

4. STRATÉGIES POUR MOTIVER LES ÉLÈVES

Le décrochage scolaire et l'exclusion sociale restent un défi pour l'Europe :

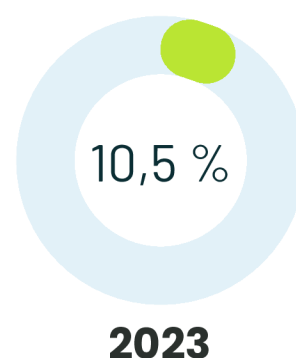
PORTUGAL

Selon Eurostat, en 2023, le taux d'abandon scolaire au Portugal était de 8,1 %, supérieur au taux de 6,3 % enregistré en 2022. Des régions comme les Açores et l'Algarve affichaient les taux d'abandon les plus élevés du pays, respectivement de 22,9 % et 16 % en 2023, contre 6,1 % pour la région Nord.



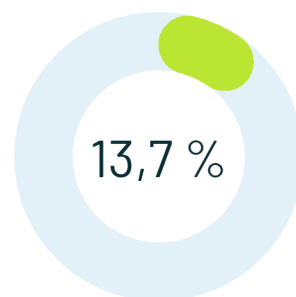
ITALIE

L'Italie a atteint 10,5 % en 2023 (Eurostat), avec de grandes différences régionales : les régions du sud comme la Sicile (17,1 %) et la Sardaigne (17,3 %) ont les taux d'abandon scolaire précoce les plus élevés du pays, comparées à des régions comme l'Ombrie (5,6 %), le Latium (6,1 %) et le Frioul-Vénétie Julienne (6,6 %) qui ont les taux d'abandon scolaire les plus faibles du pays.



ESPAGNE

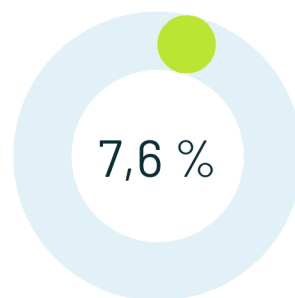
En Espagne, par exemple, le taux d'abandon scolaire précoce est passé de 32,2 % en 2004 à 13,7 % en 2023 (Institut national de la statistique - INE[xi]).



2023

FRANCE

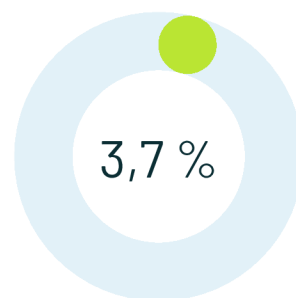
D'après les données d'Eurostat, le taux d'abandon scolaire en France était de 7,6 % en 2023. Par région, la Guyane et la Corse affichent les taux les plus élevés, respectivement à 21,7 % et 21,5 %. L'Auvergne et la région Rhône-Alpes présentent un taux de 7,3 %, tandis que l'Aquitaine enregistre le taux le plus bas, à 4,1 %.



2023

GRÈCE

Dans le cas de la Grèce, selon les données d'Eurostat, elle figure parmi les pays de l'UE présentant les taux les plus bas d'abandon scolaire précoce, avec un taux de 3,7 % en 2023[xii].



2023

[xi] Abandon précoce de l'éducation et de la formation chez les jeunes de 18 à 24 ans par les Communautés autonomes et dans l'Union européenne

[xii] En Espagne, par exemple, le taux d'abandon scolaire précoce est passé de 32,2 % en 2004 à 13,7 % en 2023 (Institut national de la statistique - INE[xi]).

Malgré les progrès réalisés ces vingt dernières années, le décrochage scolaire reste très variable selon les pays et les régions d'Europe. Il est donc essentiel de s'attaquer à ce problème afin de garantir l'égalité des chances et de répondre aux besoins sociaux et professionnels futurs.

Nous pensons que l'un des mécanismes pour lutter contre le décrochage scolaire est la motivation des élèves, notamment dans l'enseignement secondaire, grâce à des stratégies qui relient l'enseignement secondaire à la motivation et à l'avenir académique et professionnel[xiii].

La Commission européenne souligne l'importance des compétences de base, notamment dans les disciplines STEM, comme fondement du développement personnel[xiv]. Dans ce contexte, l'enseignement des sciences et des technologies est un outil essentiel pour motiver les élèves du secondaire, en particulier ceux qui rencontrent des difficultés.

Par conséquent, la mise en œuvre de stratégies visant à motiver les élèves dans les domaines des sciences, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques (STEM) au niveau secondaire leur permet non seulement d'acquérir des compétences clés et transversales, mais leur montre également que les sciences et les technologies sont des voies accessibles pour leur avenir.

Nous présentons ci-dessous un ensemble de stratégies visant à motiver les étudiants en sciences, technologies, ingénierie et mathématiques (STEM).

[xiii] Eurostat. (2023). Égalité des genres dans l'UE – Bilan de 10 ans. Consulté sur https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Gender_equality_in_the_EU_-_10_years_in_review

[xiv] Commission européenne. (2022). Proposition de recommandation du Conseil sur les enseignements tirés de la durabilité environnementale [COM(2022) 11 final]. Bruxelles : Commission européenne. Disponible sur : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A52022DC0011>

41. APPRENTISSAGE PRATIQUE ET EXPÉRIMENTAL DANS LES LABORATOIRES TECHNOLOGIQUES (TECHLAB)

L'apprentissage par la pratique est un outil essentiel pour motiver les élèves en classe, notamment ceux qui rencontrent des difficultés, car ils s'impliquent davantage et manifestent un intérêt plus vif lorsqu'ils participent activement au processus d'apprentissage. Dans les disciplines scientifiques, technologiques, d'ingénierie et mathématiques (STEM) au niveau secondaire, cette méthode offre une formidable opportunité de motiver les élèves, car les sciences et les technologies s'apprennent mieux par la pratique que par la simple lecture ou la mémorisation.

En ce sens, la mise en place d'un Techlab (laboratoire technologique) offre aux enseignants la possibilité de rapprocher les sciences et les technologies des élèves, transformant ainsi des concepts intangibles en un apprentissage tangible, dynamique et significatif.

Imaginez un espace où les lycéens apprennent non seulement les sciences et les technologies, mais les utilisent aussi pour améliorer leur environnement. C'est le principe des Techlabs : des ateliers technologiques où, grâce à des équipements de fabrication numérique de pointe (comme les imprimantes 3D), les enseignants peuvent facilement et dynamiquement intégrer la 3D dans l'enseignement de leurs élèves, et où ces derniers explorent le monde passionnant des sciences, développant des compétences fondamentales pour leur avenir scolaire et professionnel.

Par exemple, au Techlab, nous pouvons réaliser un exercice pratique sur les modèles moléculaires dans le cadre des disciplines STEM que sont la physique et la chimie. Lors de cet exercice, nous construirons un modèle permettant d'expliquer et de comprendre la structure moléculaire de substances très différentes, allant de molécules simples comme l'eau ou l'oxygène et l'azote moléculaires qui constituent la majeure partie de l'air, à des molécules extrêmement complexes telles que celles qui forment les composants des systèmes vivants : protéines, polysaccharides, ADN et ARN.

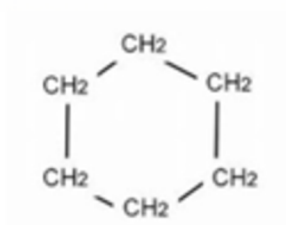
Ce modèle nous permettra de visualiser non seulement la composition, mais aussi la mobilité interne, c'est-à-dire le nombre de conformations différentes que les molécules peuvent adopter. Bien entendu, cela nécessitera un grand nombre d'atomes, et notre laboratoire d'impression 3D (Techlab) nous permettra justement de produire autant de molécules que nous le souhaitons (avec patience, évidemment).



Figure 1. Modèles de quelques molécules simples : eau, éthanol, butane et glucose.

La figure 1 montre des modèles de quelques molécules simples telles que l'eau, l'éthanol, le butane ou le glucose.

Cyclohexane. L'anneau à six carbones



Baignoire



Chaise

Figure 2. Conformations chaise et baignoire du cyclohexane.



Figure 3. Modèle d'un segment de la chaîne de polyéthylène étirée ou enroulée.



Figure 4. Modèle du réseau cristallin de la silice.

À partir de là, l'enseignant peut encourager les élèves à construire des modèles de substances qui favorisent la compréhension des phénomènes fondamentaux de la physique, de la chimie ou de la biologie moléculaire.

Nous sommes convaincus que les Techlabs offrent une expérience pédagogique concrète, motivante et enrichissante, tant pour les enseignants que pour les élèves. Lors de ces ateliers technologiques, les élèves apprennent par la pratique, en interagissant avec des représentations concrètes des concepts scientifiques, technologiques, d'ingénierie et mathématiques (STEM). Dans certains cas, l'enseignant conçoit et construit les modèles (par exemple, des molécules simples comme l'eau, l'éthanol, le butane ou le glucose), tandis que dans d'autres, les élèves participent directement à la conception, à l'expérimentation et à la construction (selon la discipline STEM abordée).

La participation à un Techlab devrait susciter chez les élèves une motivation particulière pour l'apprentissage scientifique et technologique, et les aider à acquérir des compétences clés et transversales telles que la pensée critique, le travail d'équipe, etc., qui seront essentielles pour leur formation actuelle et future, ainsi que pour leur insertion professionnelle.

4.2. RÉFÉRENCES

Présenter aux élèves des modèles inspirants est une autre stratégie pour les motiver, déconstruire les stéréotypes, nourrir leurs ambitions et leur montrer que les carrières scientifiques et technologiques sont accessibles à tous. Se reconnaître dans une histoire ou un exemple concret renforce notre motivation et nos aspirations.

Ceci est particulièrement important dans le cas des étudiantes. Le potentiel des femmes en sciences est indéniable. Cependant, les chiffres sont préoccupants. Selon le Livre blanc sur les femmes dans les technologies (2019), seulement 16 % des professionnels des STIM sont des femmes, et très peu d'adolescentes, à peine 0,7 %, s'intéressent à des études en technologies.

Selon des études de la Commission européenne[xv], entre 2014 et 2022, la proportion de femmes dans les STIM et les sciences de la vie est passée de 15,7 % à 17,9 %, tandis que les hommes représentaient 42,4 %.

Nous pensons que cet écart n'est pas dû à un manque de compétences, mais à divers facteurs tels que les stéréotypes qui associent les sciences et la technologie à la masculinité ou le manque de promotion des femmes scientifiques auprès des élèves du secondaire.

Afin de contrer ces obstacles, la mise en valeur de modèles actuels dans les sciences et les technologies permet non seulement de briser les stéréotypes, mais aussi de faire découvrir des expériences réelles, ce qui peut inspirer et accroître la motivation des élèves et leur permettre de s'identifier aux opportunités académiques et professionnelles dans les domaines des STIM (sciences, technologies, ingénierie et mathématiques).

Nous présentons ci-dessous des suggestions permettant aux élèves de découvrir des modèles à suivre dans les domaines des sciences, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques (STEM).

[xv] Eurostat. (2023). L'égalité des genres dans l'UE – Bilan de 10 ans. Consulté sur https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Gender_equality_in_the_EU_-_10_years_in_review



Conférences de scientifiques (en ligne ou en présentiel). Ces conférences permettent aux élèves du secondaire de mieux comprendre les sciences et les technologies. Lors de ces interventions, l'intervenant présente son domaine de recherche ou de développement et répond aux questions des élèves.

Campagne « Les femmes en sciences aujourd'hui ». Dans le cadre du projet Erasmus+ « Didactech », la campagne « Les femmes en sciences aujourd'hui » a été développée. Cette initiative novatrice présente aux élèves du secondaire des exemples concrets de femmes contribuant aux progrès scientifiques dans divers domaines. La campagne « Les femmes en sciences » a été créée avec un objectif clair : inspirer les élèves du secondaire et leur faire découvrir le potentiel des femmes en sciences et technologies. Contrairement à d'autres initiatives centrées sur les femmes à travers l'histoire, cette campagne se concentre sur le présent, mettant en lumière le rôle crucial que jouent les femmes aujourd'hui : elles dirigent des centres de recherche pionniers et pilotent des projets de recherche qui façonneront l'avenir de l'Europe et du monde.



En outre, la campagne vise également à aider les élèves du secondaire à percevoir naturellement que la science est un domaine où la diversité des genres est essentielle au progrès.

Nous pensons que cette approche est fondamentale, car elle permet aux élèves du secondaire de voir que ces figures ne sont pas lointaines et qu'ils peuvent se reconnaître en elles.

4.3. COLLABORATION AVEC LES ENTREPRISES TECHNOLOGIQUES

La création de synergies avec les entreprises technologiques permet au centre éducatif de se connecter au monde professionnel, de montrer aux étudiants l'application concrète des connaissances acquises dans les matières STEM et de contribuer à leur motivation pour les études supérieures et leurs futures carrières.

À cet égard, l'un des principaux mécanismes de motivation des élèves en difficulté, grâce à la collaboration avec des entreprises technologiques, est la création des Techlabs mentionnés dans la section 3.2.1. La stratégie méthodologique des Techlabs favorise l'implication directe des entreprises technologiques dans les écoles situées en zones défavorisées. Cette stratégie génère une méthodologie innovante qui englobe le développement de programmes et de contenus pour les disciplines STEM (sciences, technologies, ingénierie et mathématiques), pendant et en dehors des heures de classe, grâce à la création d'ateliers/laboratoires de fabrication technologique (Techlabs) équipés de technologies de pointe. Ces ateliers produiront du matériel pédagogique pour les écoles primaires aux ressources limitées.



Imaginez une école primaire aux ressources limitées qui demande la création de modèles atomiques pour ses élèves malvoyants. Les élèves du secondaire participant au TECHLAB concevront et réaliseront ces modèles grâce à une approche holistique qui intègre les matières théoriques (mathématiques, physique, chimie, technologie, etc.) à un projet concret et pratique, en collaboration avec des chercheurs experts intervenant dans leurs classes.

Un autre mécanisme est le programme Erasmus+, qui peut représenter une excellente opportunité de créer des synergies entre les établissements d'enseignement secondaire et les entreprises technologiques, comme l'illustre le projet « Didactech », dans lequel s'inscrit ce cours, qui favorise la participation d'étudiants rencontrant des difficultés dans le secteur technologique, générant ainsi des synergies entre les entreprises technologiques et les établissements d'enseignement situés en zones rurales ou accueillant des étudiants marginalisés.

Par ailleurs, les visites d'entreprises technologiques ou de centres de recherche peuvent être très utiles pour montrer aux étudiants le travail effectué dans des environnements professionnels et les motiver, en leur démontrant que c'est un avenir possible pour eux.

Enfin, des conférences sont données par des scientifiques, des chercheurs, des PDG ou des directeurs de centres de recherche. Contrairement aux conférences de scientifiques mentionnées dans la section précédente, qui visent à inspirer et à présenter des parcours professionnels individuels, ces conférences peuvent être une excellente occasion d'inspirer les étudiants et de leur montrer comment les connaissances acquises en cours peuvent être appliquées dans des situations concrètes.

4.4. ÉVALUATION DE LA MOTIVATION

La mise en place des Techlabs est l'occasion d'évaluer comment l'apprentissage dans ces laboratoires génère une motivation supplémentaire pour l'apprentissage des STIM et pour les sciences et la technologie en général chez les élèves, en particulier ceux qui rencontrent des difficultés.

L'étude et l'évaluation de la motivation des élèves à tous les niveaux d'enseignement constituent un aspect fondamental du processus éducatif, car la réussite de l'enseignement et de l'apprentissage dépend largement de facteurs liés à la motivation [Reigeluth, 2016]. Pour qu'une analyse de la motivation des élèves soit concluante quant à l'efficacité d'une méthodologie spécifique, un modèle structurant l'évaluation est nécessaire. À cet égard, le modèle ACRS (Attention, Confiance, Pertinence, Satisfaction), proposé par Keller en 2010, offre un cadre d'évaluation fondé sur sa conception de la conception motivationnelle de l'apprentissage. Cette procédure permet à l'enseignant d'analyser la motivation des élèves en réponse à l'introduction de matériel pédagogique spécifique. Elle est applicable aux élèves de différents systèmes éducatifs, du secondaire à l'université [Keller, 2010 ; Rodríguez Bailón, 2021]. Le modèle propose quatre éléments fondamentaux de la motivation : l'attention, la confiance, la pertinence et la satisfaction. L'élément d'attention renvoie à la manière dont la méthodologie ou le matériel pédagogique captent la curiosité, l'enthousiasme et l'intérêt des élèves, favorisant ainsi une attitude active envers l'apprentissage grâce à sa nouveauté. La pertinence concerne la manière dont les étudiants établissent un lien entre les ressources et les méthodes pédagogiques et leurs besoins d'apprentissage, leurs objectifs, leurs expériences antérieures et leurs préférences d'étude. La confiance renvoie au sentiment de maîtrise et à la conviction de réussir à l'issue du processus d'apprentissage grâce à la méthodologie choisie. La satisfaction se rapporte à l'attitude positive des étudiants envers le processus d'apprentissage.

Hypothèse

L'hypothèse de l'étude est que la participation au Techlab constitue un facteur de motivation important pour les étudiants dans leurs études futures, et en particulier en ce qui concerne les sciences et la technologie.

Méthode.

Conception de l'étude : Dans chaque centre, l'étude comprend un groupe ayant participé à l'étude pilote utilisant la méthodologie Techlab et un groupe témoin de même niveau d'études. Les réponses seront anonymisées et recueillies dans deux enveloppes scellées, une pour le groupe d'analyse et une pour le groupe témoin.

L'étude cherche à répondre à la question suivante : le fait d'avoir réalisé la pratique en suivant la méthodologie Techlab influence-t-il positivement la motivation de l'étudiant envers ses études ?

Elle repose sur un questionnaire de 34 questions, suivant le modèle ACRS du « Course Interest Survey » (Keller, 2010), dont le langage est adapté au niveau d'études secondaires. Les réponses sont cotées comme suit : 1 : tout à fait en désaccord, 2 : plutôt en désaccord, 3 : plutôt d'accord, 4 : plutôt d'accord, 5 : tout à fait d'accord.

	1	2	3	4	5
1. Les enseignants savent comment nous enthousiasmer pour les matières que nous étudions.					
2. Ce que je vais étudier en formation professionnelle m'aidera					
3. Je pense que je vais bien m'en sortir cette année					
4. Je trouve très peu de choses dans le cours qui retiennent mon attention					
5. Les enseignants font paraître ce qu'ils nous enseignent importants					
6. Pour avoir de bonnes notes, il faut avoir de la chance					
7. Je dois beaucoup travailler pour réussir le cours					
8. Je ne sais pas ce qu'ils m'enseignent ont à voir avec ce que j'ai déjà vu.					
9. De réussir ou non le cours dépend de moi					
10. Le professeur crée du suspense quand il explique une nouvelle chose					
11. Les matières de ce cours sont trop difficiles pour moi					
12. Je suis très satisfait de ce que j'étudie					
13. J'aimerais avoir de très bonnes notes					
14. Il me semble que les notes qu'ils me donnent et les commentaires que les professeurs me font sont bons comparés aux autres camarades					
15. Dans ce cours, les camarades semblent curieux de ce qu'ils nous enseignent.					
16. Je m'amuse bien à étudier dans ce cours.					
17. Il est difficile de savoir quelles notes les professeurs vont me donner.					
18. Je trouve que les notes que je reçois sont bonnes compte tenu de ce sur quoi j'ai travaillé.					
19. Je suis satisfait de ce que j'accomplis dans ce cours.					

20. Ce que j'étudie, c'est ce que je voulais.					
21. Les enseignants font des choses inattendues et curieuses, qui sont intéressantes.					
22. Les élèves participent activement aux cours.					
23. Pour mon avenir, il est important que je réussisse bien dans ces études.					
24. En classe, nous faisons des choses très différentes.					
25. Je ne pense pas que ce cours m'aidera beaucoup.					
26. En cours, je pense souvent à d'autres choses.					
27. Je pense que je peux réussir mes études si je travaille dur.					
28. Je vois clairement ce qui est bon pour moi dans ces études.					
29. Les problèmes et questions soulevés en classe éveillent ma curiosité.					
30. Je pense que la difficulté du cours est correcte : ni trop facile, ni trop difficile.					
31. J'ai été déçu cette saison.					
32. Je pense qu'on me valorise bien, à la fois par les notes et par les commentaires des professeurs.					
33. La quantité de travail que j'ai à faire est appropriée pour ce type d'étude.					
34. Avec ce que les professeurs me disent, je peux clairement voir si je réussis bien ou mal dans le cours.					

Guide d'évaluation du questionnaire d'intérêt pour les cours

Attention	Pertinence	Confiance	Satisfaction
1 4 (inverse) 10 15 21 24 26 (à l'envers) 29	2 5 8 (à l'envers) 13 20 22 23 25 (à l'envers) 28	3 6 (inverse) 9 11 (à l'envers) 17 (à l'envers) 27 30 34	7 (inverse) 12 14 16 18 19 31 (inverse) 32 33
*Certaines questions sont formulées négativement ; les valeurs attribuées doivent être prises dans l'ordre inverse, c'est-à-dire que 1 est 5, 2 est 4, 3 est 3, 4 est 2 et 5 est 1.			

Analyse des données

Le calcul sera effectué à partir des valeurs moyennes des notes attribuées par les étudiants, ce qui permettra d'obtenir une note pour chacun des domaines, et la somme des quatre sera considérée comme la note finale de motivation.

Références

Keller, J.M. Conception motivationnelle pour l'apprentissage et la performance : l'approche du modèle ARCS ; Springer : Berlin/Heidelberg, Allemagne, 2010.

Reigeluth, C.M. Théorie pédagogique et technologie pour le nouveau paradigme de l'éducation. Rev. Educ. Distancia RED 2012, 32, 1–18. Disponible en ligne : <https://revistas.um.es/red/article/view/270781> (consulté le 30 mai 2023).

Rodríguez-Bailón, M.; Fernández-Solano, A.J.; Merchán Baezo, J.A.; Vidaña-Moya, L. De la pratique clinique à la salle de classe : avantages et inconvénients des études de cas vidéo et papier sur la motivation et le raisonnement clinique des étudiants en ergothérapie, Int J Environ Res Public Health 2021, 18, 9671 <https://doi.org/10.3390/ijerph18189671>

5. INCLUSION ET PARTICIPATION ÉQUITABLE AUX PROJETS TECHNOLOGIQUES

5.1. ÉLÈVES RENCONTRANT DES DIFFICULTÉS

Bien que les ateliers technologiques (Techlab) s'adressent à tous les élèves du secondaire, nous accordons une attention particulière à ceux qui rencontrent des difficultés, car ce sont eux qui font face aux plus grands obstacles à l'inclusion. Il s'agit d'élèves du secondaire, notamment des filles, issues de régions défavorisées, confrontées à des obstacles économiques, sociaux et d'emploi. Ces élèves éprouvent de sérieuses difficultés à accéder au marché du travail technologique et à poursuivre des carrières scientifiques supérieures, ce qui peut entraîner une perte d'intérêt pour ce domaine.

Les principaux obstacles auxquels ils sont confrontés sont :

obstacles socio-économiques

De nombreux élèves sont issus de familles à faibles revenus, ce qui les empêche de participer à des activités engendrant des coûts supplémentaires, comme les activités extrascolaires ou les voyages d'études dans d'autres villes ou pays pour visiter des centres de recherche. Dans ce contexte, la création d'ateliers technologiques (Techlabs) en classe représente une opportunité d'inclusion, car elle permet à tous les élèves, quels que soient les obstacles qu'ils rencontrent, de participer pleinement.

Obstacles géographiques

De nombreux établissements d'enseignement secondaire sont situés en zone rurale, où les élèves ont un accès limité aux activités scientifiques et aux ateliers de technologies innovantes, tels que les salons de l'électronique. Dans ce contexte, l'implantation de laboratoires technologiques au sein même des écoles constitue une solution efficace, car elle rapproche l'innovation et la technologie de l'environnement des élèves, en éliminant les barrières physiques.



obstacles culturels et sociaux

Les discours haineux, tels que le racisme, constituent un obstacle fréquent pour les élèves issus de l'immigration ou appartenant à des minorités ethniques, qui doivent non seulement s'adapter à un nouvel environnement scolaire, mais aussi faire face au rejet et à l'exclusion. À cela s'ajoutent les barrières linguistiques qui entravent leur socialisation. Pour lutter contre ces obstacles, il est essentiel de créer des laboratoires technologiques pleinement inclusifs qui favorisent la coexistence, le respect et l'égalité des chances.

Obstacles spécifiques auxquels les étudiantes sont confrontées en lien avec les sciences et les technologies

Le potentiel des femmes en sciences est indéniable. Pourtant, les chiffres sont préoccupants. Selon le Livre blanc sur les femmes dans les technologies (2019), seulement 16 % des professionnels des STIM sont des femmes, et très peu d'adolescentes (0,7 %) s'intéressent à des études technologiques. Nous pensons que cet écart n'est pas dû à un manque de compétences, mais plutôt à divers facteurs tels que les stéréotypes qui associent la technologie à la masculinité ou le manque de promotion des femmes scientifiques auprès des élèves du secondaire.

5.2. MESURES D'INCLUSION ET DE PARTICIPATION ÉQUITABLE

Garantir l'égalité de participation de tous les élèves aux projets technologiques est l'un de nos principaux objectifs. C'est pourquoi nous présentons ci-dessous un ensemble de mesures visant à favoriser l'inclusion des élèves rencontrant des difficultés au sein des Techlabs :

soutien technologique

Il s'agit de l'adaptation des ressources et des outils permettant à tous les élèves de participer aux activités d'apprentissage sur un pied d'égalité, en éliminant les obstacles à l'accès et en favorisant l'autonomie des élèves.



Mesures de soutien

- Gratuit. Bien que l'enseignement secondaire soit gratuit, l'établissement ne prend pas en charge la fourniture du matériel et des ressources nécessaires à certaines activités. Il est donc important de proposer gratuitement du matériel et des équipements dans les laboratoires technologiques afin que tous les élèves puissent réaliser les activités dans des conditions égales.
- Logiciels libres. Utilisez des logiciels libres et open source pour la conception de modèles 3D en classe, afin que les élèves puissent continuer à les installer et à les utiliser chez eux sans restrictions ni contraintes financières. Par exemple : FreeCAD, Blender...

accessibilité numérique

S'assurer que tous les appareils utilisés en classe répondent aux critères d'accessibilité (lecteurs d'écran, options de contraste, polices adaptées, etc.) permettra aux élèves ayant des besoins éducatifs particuliers de participer pleinement.

Mesures de soutien

- Activez les lecteurs d'écran, les sous-titres et la lecture à voix haute lorsque nécessaire.
- Ajustez la taille et le contraste de la police, et utilisez des polices faciles à lire.
- Assurez-vous que les documents et les plateformes sont accessibles et navigables à l'aide d'un clavier.
- Intégrez du texte alternatif dans les images et évitez de transmettre des informations uniquement par les couleurs.
- Permettre la personnalisation des options d'accessibilité en fonction des besoins des étudiants.



Adaptation du format et de la durée des activités

Il est important de tenir compte de la diversité du corps étudiant et des différents rythmes d'apprentissage, notamment en raison des besoins spécifiques des élèves en difficulté. C'est pourquoi nous recommandons de concevoir les activités de manière flexible, en adaptant leur durée et leur difficulté au rythme d'apprentissage de chaque élève. Ainsi, tous les élèves pourront participer et atteindre les objectifs fixés.

Mesures de soutien

- Divisez et adaptez le contenu et les activités aux différents niveaux de départ.
- Augmentez progressivement le niveau de difficulté.
- Flexibilité dans la conception des activités.



Nous pouvons aborder la conception d'un modèle 3D pour le cours de technologie en plusieurs phases, en augmentant progressivement la difficulté. Dans un premier temps, nous guiderons les élèves dans la création des pièces les plus simples, puis, lors des séances suivantes, ils concevront des pièces plus complexes de manière plus autonome (l'enseignant étant disponible pour répondre à leurs questions et leur apporter l'aide nécessaire) jusqu'à l'obtention de la pièce finale, son impression et son assemblage.

Tutorat individuel et en groupe

Le tutorat de groupe permet d'observer les questions générales posées en classe et la dynamique de travail d'équipe, mais les élèves ne se sentent pas toujours à l'aise pour s'exprimer en groupe. C'est pourquoi le tutorat individualisé est précieux, notamment pour les élèves en difficulté, afin de déceler rapidement leurs problèmes, de renforcer leur confiance en eux et de les accompagner dans leur progression. Dans l'enseignement secondaire, le rôle de tuteur existe ; cependant, ce rôle n'est pas nécessairement lié aux filières scientifiques, technologiques, d'ingénierie et mathématiques (STEM) ni aux projets du laboratoire technologique Techlab. De plus, la charge d'enseignement est importante.

Mesures de soutien

- Lors du déroulement des activités de laboratoire, le professeur peut se rendre auprès des groupes de travail ou des tables de travail et passer quelques minutes à discuter individuellement avec ceux qui en ont besoin.
- Si l'établissement éducatif dispose d'une plateforme numérique comme Moodle, nous pouvons offrir aux étudiants la possibilité de poser des questions ou de laisser des commentaires auxquels l'enseignant répondra.
- Lors des réunions de faculté, les besoins spécifiques identifiés peuvent être communiqués au tuteur du groupe afin de mettre en œuvre un soutien plus large.
- Demandez l'aide de l'équipe de psychologues du centre.

Actions conjointes avec des psychologues du centre

Une des mesures d'inclusion consiste à collaborer avec les équipes d'orientation et de psychologie de l'établissement afin de garantir que les mesures d'inclusion soient adaptées aux besoins des élèves participants et qu'un soutien efficace de la part des tuteurs soit assuré. Cela nous permettra d'identifier les cas nécessitant un suivi spécifique. Si des élèves ayant besoin d'un soutien supplémentaire sont identifiés, l'équipe d'orientation accompagnera l'enseignant dans la mise en œuvre de mesures d'accompagnement et de soutien individualisées afin de favoriser leur participation.

Mesures de soutien

- Coordination régulière avec l'équipe d'orientation pour identifier et évaluer les besoins des élèves.
- Conception et mise en œuvre de mesures individualisées lorsque cela s'avère nécessaire.
- Suivi conjoint des progrès des élèves et ajustement du soutien.
- Conseils aux enseignants pour promouvoir la participation et l'inclusion de tous les élèves.

soutien motivationnel

Mettre en œuvre des stratégies pour motiver les élèves en sciences, technologies, ingénierie et mathématiques (STEM) au secondaire leur permet non seulement d'acquérir des compétences clés et transversales, mais aussi de leur montrer que les sciences et les technologies constituent des voies d'avenir accessibles. La section précédente décrit les mesures et les stratégies visant à encourager les élèves du secondaire rencontrant des obstacles à participer à des ateliers technologiques (Techlab) et à s'intéresser aux sciences et aux technologies en général.

Mesures de soutien

- Utilisez la méthodologie Techlab.
- Apporter un renforcement positif et une reconnaissance des réussites.
- Proposer des défis de différents niveaux de difficulté pour favoriser la réussite.
- Offrir un soutien et des conseils personnalisés pour maintenir la motivation et la participation.

6. L'IMPRESSION 3D DANS L'ÉDUCATION

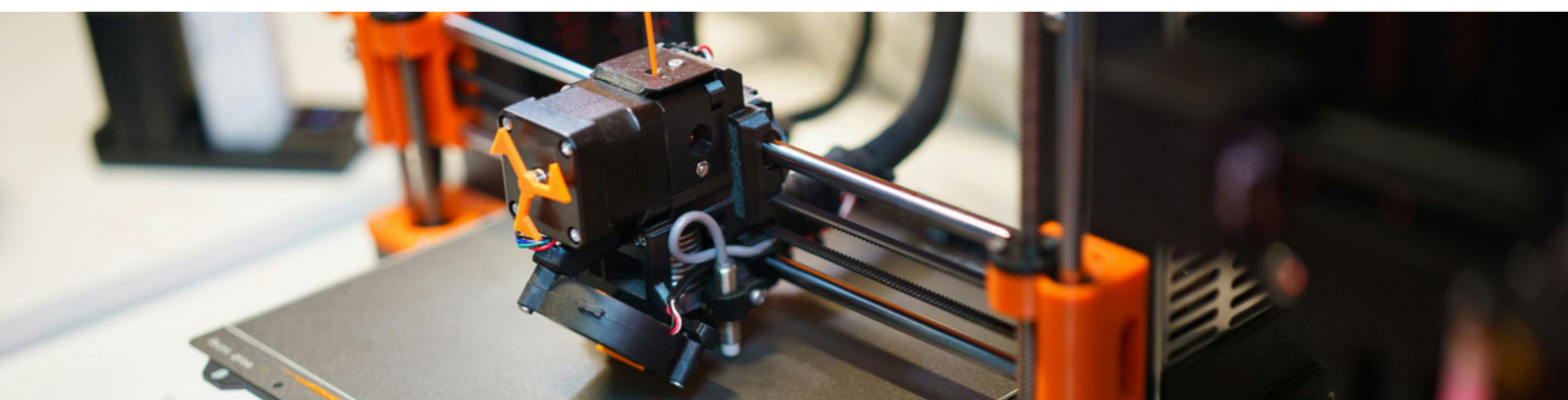
6.1. QU'EST-CE QUE L'IMPRESSION 3D ?

L'impression 3D est une technique de fabrication additive, c'est-à-dire un procédé par lequel des objets physiques sont créés à partir d'un modèle numérique, en ajoutant de la matière couche par couche jusqu'à ce que la pièce soit complète.

Contrairement aux méthodes de fabrication traditionnelles où la matière est découpée, percée ou enlevée, l'impression 3D construit l'objet progressivement. Ceci permet de produire facilement des formes complexes, de réduire le gaspillage de matière et de faciliter la création de prototypes et d'objets personnalisés.

L'impression 3D est aujourd'hui présente dans les secteurs industriel, domestique et éducatif. Si l'industrie recourt à des technologies plus avancées et à des matériaux complexes, les établissements scolaires utilisent des imprimantes accessibles, sûres et faciles d'utilisation, permettant ainsi d'introduire cette technologie en classe sans nécessiter de connaissances techniques poussées.

D'un point de vue éducatif, l'impression 3D n'est pas seulement un outil technologique, mais une ressource pédagogique qui permet aux élèves de concevoir, d'expérimenter et de concrétiser des idées, favorisant ainsi une expérience d'apprentissage plus pratique, visuelle et significative.



6.1.1. LE PROCESSUS D'IMPRESSION 3D



Conception d'objet (modèle 3D)

Tout commence par la conception numérique de l'œuvre. Celle-ci se fait à l'aide d'un logiciel de modélisation 3D. Dans un contexte éducatif, il existe des outils gratuits et faciles d'utilisation qui permettent aux utilisateurs de se lancer sans expérience préalable, tels que :

- Tinkercad : particulièrement recommandé pour les débutants et les lycéens.
- Fusion 360 (licence éducative) : plus avancé, idéal pour la conception technique.
- FreeCAD : logiciel gratuit basé sur la modélisation paramétrique.
- SketchUp Free : utile pour les conceptions simples et les environnements architecturaux.

Il est également possible de télécharger des modèles préconçus à partir de bases de données de modèles 3D en ligne libres de droits, ce qui facilite la prise de travail sans avoir à concevoir à partir de zéro.



Exportation du fichier : format STL

Une fois l'objet conçu, il doit être exporté dans un format compatible avec l'impression 3D. Le format le plus courant est le fichier STL.

Le format STL est un fichier qui représente la forme géométrique d'un objet 3D à l'aide d'un maillage de triangles. C'est un format universel, compatible avec tous les ordinateurs et tous les logiciels de conception. Sa fonction principale est de servir de « matière première » au logiciel de découpe, puisqu'il contient uniquement les informations visuelles de l'objet à imprimer, quelle que soit la machine utilisée.



Préparation du modèle : la plastifieuse (découpeuse)

Le fichier STL ne peut pas être interprété directement par l'imprimante. Il faut donc utiliser un logiciel de découpe, qui divise le modèle en couches et génère les instructions nécessaires à son impression.

Voici quelques exemples de plastifieuses gratuites et faciles à utiliser :

- Ultimaker Cura
- PrusaSlicer
- Bamboo Studio
- Créateur d'idées

Dans cette phase, des paramètres tels que la qualité d'impression, le remplissage des pièces et la température sont configurés, bien que de nombreux programmes incluent des profils préconfigurés qui facilitent leur utilisation en classe.



Génération du fichier d'impression : code G

Après la plastification, le programme génère un fichier appelé G-code.

Le G-code est l'ensemble des instructions que l'imprimante 3D suivra étape par étape : il indique comment se déplacer, quand déposer le matériau, à quelle température travailler, etc. Il s'agit, en substance, du langage qui permet à la machine de fabriquer l'objet.

Contrairement au format STL, le G-code est individuel et unique ; un fichier généré pour une imprimante spécifique ne fonctionnera pas correctement sur une autre, car chaque machine possède ses propres paramètres.



Impression de l'objet

Enfin, le fichier G-code est envoyé à l'imprimante 3D, qui commence à construire la pièce couche par couche.

Ce processus peut prendre de quelques minutes à plusieurs heures, selon la taille de l'objet et la qualité choisie.



Post-traitement (facultatif)

Une fois l'impression terminée, de légers ajustements peuvent être nécessaires, comme la suppression des supports ou l'amélioration de la finition de la pièce.

Au cours de ce processus, nous recommandons de prendre en compte toutes les mesures de prévention des risques, ainsi que les pratiques de durabilité environnementale (voir les thèmes 9 et 10 de ce cours).

6.2. TYPES D'IMPRIMANTES ET DE FILAMENTS

6.2.1. TYPES D'IMPRIMANTES

Bien qu'il existe diverses technologies d'impression 3D, nous nous concentrerons ici sur celles les plus courantes dans les établissements d'enseignement en raison de leur accessibilité et de leur facilité d'utilisation.

1. Imprimantes FFF/FDM (les plus courantes dans le secteur de l'éducation)

Les imprimantes FFF (Fused Filament Fabrication) et FDM (Fused Deposition Modeling) désignent la même technologie, bien que le terme FDM soit plus répandu dans le domaine industriel.

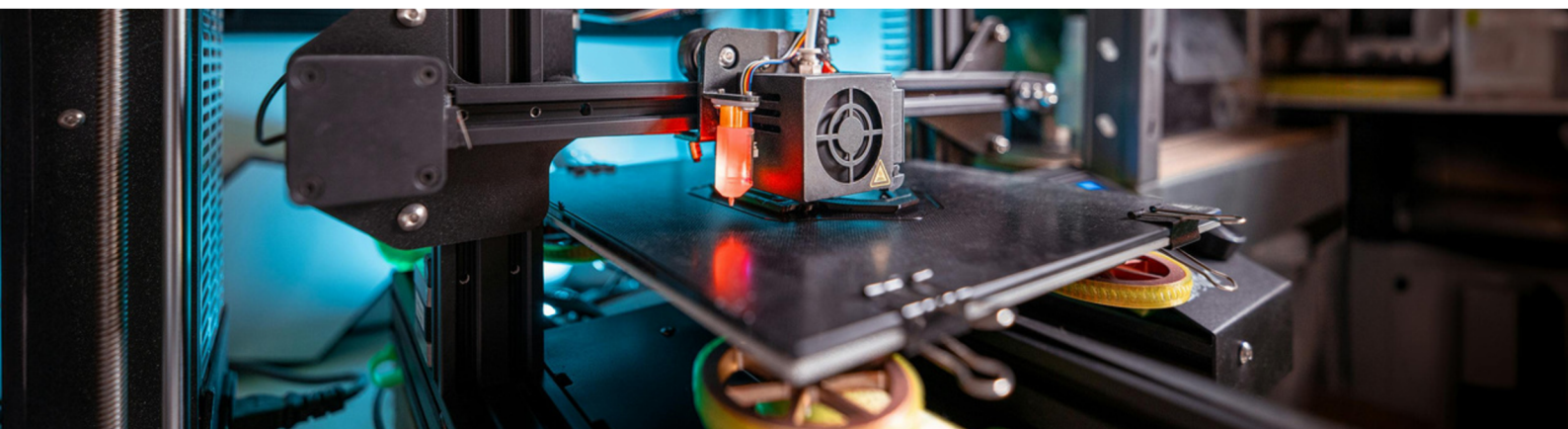
Ces imprimantes fonctionnent avec un filament thermoplastique (généralement en bobine) qui est introduit dans une extrudeuse. Le matériau est chauffé jusqu'à son point de fusion et déposé par une buse sur le plateau d'impression.

L'objet est construit par superposition successive de couches très fines de matériau, suivant des instructions préalablement générées par le logiciel.

2. Imprimantes à résine (SLA / MSLA)

Les imprimantes à résine utilisent une technologie différente, basée sur la photopolymérisation d'une résine liquide à l'aide de lumière ultraviolette.

Au lieu d'extruder un filament, l'imprimante solidifie une résine liquide couche par couche à l'aide d'une source lumineuse (écran LCD ou laser).



6.2.2.FILAMENTS

PLA (Acide polylactique)

Il s'agit d'un polymère thermoplastique issu de ressources renouvelables telles que l'amidon de maïs ou la canne à sucre. En impression 3D, c'est l'un des filaments les plus utilisés grâce à sa facilité d'utilisation et son faible impact environnemental.

Pour une utilisation optimale, il est conseillé d'imprimer à des températures relativement basses (entre 205 °C et 220 °C) et avec une température du plateau comprise entre 50 °C et 60 °C. De ce fait, son utilisation est facilitée sur des imprimantes plus simples. Par ailleurs, son refroidissement rapide permet une impression de haute précision.

Les principales caractéristiques de ce filament sont :

- Biodégradable.
- Rigide et relativement fragile.
- Faible contraction, c'est-à-dire qu'il rétrécit peu.
- Surface brillante et lisse.

Avantages

- Facilité d'impression
- Faible impact environnemental.
- Température d'extrusion basse.
- Elle génère très peu d'émissions et d'odeurs lors de l'impression, ce qui la rend plus adaptée à l'éducation.

Limites

- Il présente une faible résistance à la chaleur. Il se déforme à des températures supérieures à 60 °C.
- Il est moins résistant aux chocs.
- Il n'est pas flexible, ce qui signifie qu'il peut se rompre sous la tension.
- Il ne convient pas à une exposition prolongée au soleil ou à des environnements humides.

ABS (Acrylonitrile Butadiène Styrène)

L'ABS est un polymère thermoplastique (un matériau plastique qui devient flexible ou malléable à chaud et se solidifie en refroidissant) dérivé du pétrole, reconnu pour sa grande durabilité et sa résistance. Il est largement utilisé dans la fabrication industrielle et pour la réalisation de prototypes fonctionnels (boîtiers, supports, etc.). Contrairement au PLA, il est imprimé à des températures plus élevées (entre 240 °C et 260 °C) et avec un plateau chauffant entre 90 °C et 110 °C afin d'éviter les déformations et d'assurer une bonne adhérence du matériau au plateau.

En revanche, lors de l'impression, elle peut dégager des vapeurs à forte odeur qui nécessitent une ventilation.

Anecdote amusante : les pièces LEGO sont fabriquées en ABS.

Les principales caractéristiques de ce filament sont :

- Matériau très résistant, dur et rigide.
- Haute résistance à la chaleur.
- Plus flexible ; résiste aux chocs sans se casser
- Il peut se déformer et rétrécir en refroidissant.
- Une surface plus mate que le PLA.
- On peut obtenir des pièces translucides car ce matériau présente une transparence de 91 % à l'état naturel.

Avantages

- Très solide et durable.
- Il résiste à des températures plus élevées sans se déformer.
- Flexible.
- Il permet le ponçage, le collage et le post-traitement (par exemple, à l'acétone).

Limites

- Il émet des vapeurs.
- Difficile à imprimer pour les débutants.
- Il peut rétrécir en refroidissant.
- La précision des détails fins peut être moindre en raison du retrait.
- Coût plus élevé.

PETG (polyéthylène téréphtalate glycol)

Le PETG est un filament thermoplastique solide et durable qui s'imprime à des températures comprises entre 230 °C et 250 °C, avec un plateau chauffant entre 70 °C et 90 °C. Il se déforme moins que l'ABS et présente une meilleure résistance aux chocs que le PLA.

Les principales caractéristiques de ce filament sont :

- Translucide, avec une finition brillante
- Moins de contractions abdominales
- Stable dans le temps, il ne se dégrade pas facilement.
- résistant aux chocs

Avantages

- Plus facile à imprimer que l'ABS
- Flexible face aux impacts
- Résistant à l'eau et à l'humidité
- Finition lisse et brillante



Limites

- L'adhérence au lit est plus complexe qu'avec le PLA.
- Il n'est ni biodégradable ni compostable.
- Moins rigide que le PLA

6.3. AVANTAGES PÉDAGOGIQUES

L'intégration de l'impression 3D dans un laboratoire technologique offre de nombreux avantages pédagogiques. Ces laboratoires constituent un outil innovant et pratique pour l'enseignement des disciplines STEM et favorisent une éducation plus inclusive, motivante et axée sur les sciences.

Intégrer la 3D en classe de manière accessible et dynamique

Le Techlab facilite l'intégration de la technologie d'impression 3D dans les salles de classe, sans nécessiter de connaissances techniques avancées. Ceci favorise une méthodologie innovante axée sur l'apprentissage par la pratique et contribue à la modernisation de l'enseignement dans toutes les disciplines STEM.

Cela suscite l'intérêt des élèves pour les sciences et les technologies.

La mise en place d'un laboratoire technologique stimule la curiosité des élèves et favorise leur intérêt pour les sciences et les technologies, car elle offre un environnement éducatif innovant où l'apprentissage repose sur l'expérimentation, la conception et la résolution de problèmes.

Développement des compétences clés chez les étudiants

L'apprentissage dans ces laboratoires technologiques (Techlab) permet aux élèves d'acquérir des compétences clés et transversales, telles que la pensée critique et scientifique, la créativité, la résolution de problèmes, le travail d'équipe...

Transformer la salle de classe en un laboratoire technologique d'idées

Le Techlab transforme les salles de classe de sciences, technologies, ingénierie et mathématiques (STEM) en espaces dynamiques où l'apprentissage est interactif, pratique et stimulant. Les salles de classe deviennent des ateliers de création et de découverte, favorisant la motivation et l'engagement des élèves.

Promouvoir la motivation des élèves et prévenir le décrochage scolaire

La méthodologie innovante de Techlab encourage la participation des élèves, notamment ceux qui rencontrent des obstacles, des difficultés d'apprentissage, un manque de motivation, etc. En se sentant acteurs de leur apprentissage, les élèves manifestent un intérêt et un engagement accrus, ce qui contribue à prévenir le décrochage scolaire et à améliorer leurs résultats scolaires.

7. COMMENT INTÉGRER L'IMPRESSION 3D EN CLASSE

Une fois le laboratoire technologique installé dans l'établissement, l'étape suivante consiste à intégrer l'impression 3D dans les salles de classe. C'est un processus simple et progressif, accessible à tous les enseignants, quelle que soit leur expérience préalable en impression 3D.

La méthodologie Techlab a été conçue pour faciliter cette intégration grâce à des parcours d'activités, des ressources pédagogiques, des formations spécifiques et un accompagnement continu. Ainsi, les enseignants peuvent intégrer l'impression 3D à leurs cours de manière dynamique, sans nécessiter de connaissances techniques avancées.

Nous proposons ci-dessous les étapes pour intégrer l'impression 3D en classe :



Intégrer l'impression 3D dans le programme éducatif

Intégrer l'impression 3D au programme scolaire signifie utiliser le Techlab comme outil pédagogique pour travailler les contenus, les compétences et les objectifs d'apprentissage dans vos plans de cours. Il ne s'agit pas de réaliser des activités isolées, mais d'intégrer l'impression 3D au processus d'enseignement et d'apprentissage.

À quoi ça sert ?

L'intégration de l'impression 3D au programme scolaire permet aux activités développées au sein du laboratoire technologique d'avoir une finalité pédagogique claire et d'être en adéquation avec les contenus des disciplines STEM. De plus, elle favorise le développement de compétences clés, un apprentissage significatif et le lien entre théorie et pratique.

L'impression 3D devient ainsi un outil pour aborder les concepts du programme scolaire de manière tangible, motivante et dynamique.



Comment cela se fait-il ?

Pour intégrer l'impression 3D à votre programme d'enseignement, vous pouvez suivre ces étapes :

- Identifiez le contenu du programme sur lequel vous souhaitez travailler dans votre matière.
- Sélectionnez les compétences clés que vous souhaitez développer.
- Reliez l'activité Techlab à une unité d'enseignement ou à une situation d'apprentissage.
- Définir les objectifs d'apprentissage de l'activité.
- Déterminer comment évaluer l'apprentissage des élèves.

Dans les disciplines scientifiques comme la physique et la chimie, on peut explorer la structure moléculaire grâce à l'impression 3D de modèles moléculaires. Dans ce cas, l'impression 3D est intégrée au programme scolaire comme une activité pratique qui facilite la compréhension de concepts abstraits.

2

Sélectionnez l'activité dans le programme du Techlab.

Dans le cadre du projet Erasmus+ « Didactech », nous avons développé une série d'activités visant à faciliter l'intégration de l'impression 3D dans les programmes scolaires du primaire et du secondaire, ainsi que dans le cadre d'activités extrascolaires. Ces activités sont conçues pour aborder les thématiques STEM et développer des compétences clés par l'apprentissage pratique, en accord avec les programmes scolaires officiels.

À quoi ça sert ?

Le choix d'une activité dans le programme permet aux enseignants de démarrer facilement et en toute sécurité, en utilisant du matériel et des activités pré-préparés et conformes au programme scolaire.

De plus, ces activités sont conçues pour faciliter l'apprentissage actif, le travail d'équipe et la résolution de problèmes.

Comment cela se fait-il ?

Pour sélectionner une activité du programme Techlab :

- Ouvrez le document :
<https://www.didactechlab.eu/training-itineraries/>
- Consultez les activités disponibles.
- Identifiez l'activité qui correspond le mieux à votre sujet et à votre niveau d'études.
- Analysez les objectifs d'apprentissage de l'activité.
- Vérifiez les matériaux et les ressources nécessaires.
- Planifiez quand et comment intégrer cette activité à votre emploi du temps.

Chaque activité du programme comprend toutes les ressources nécessaires, y compris les fichiers d'impression 3D et le matériel pédagogique, ce qui facilite sa mise en œuvre en classe.

3

Préparation de l'impression 3D

Cette étape consiste à préparer l'impression du modèle 3D et le processus d'impression avant de mettre en œuvre l'activité en classe.

À quoi ça sert ?

Cela permet de s'assurer que les maquettes sont prêtes à l'emploi en classe, facilitant ainsi le déroulement de l'activité et optimisant le temps disponible.

Dans les itinéraires d'activités que nous proposons, vous avez la possibilité de télécharger deux types de fichiers : STL et GCODE.

STL : Ce fichier représente la forme géométrique d'un objet 3D à l'aide d'un maillage de triangles. C'est un format universel, compatible avec tous les ordinateurs et tous les logiciels de conception. Sa fonction principale est de servir de « matière première » au logiciel de découpe, car il contient uniquement les informations visuelles de l'objet à imprimer, quelle que soit la machine utilisée.

Le G-code est le résultat du traitement du fichier STL par le logiciel de découpe et contient les instructions précises que l'imprimante doit exécuter étape par étape pour imprimer l'objet. Contrairement aux fichiers STL, le G-code est unique et spécifique à chaque imprimante ; un fichier généré pour une imprimante donnée ne fonctionnera pas correctement sur une autre, car chaque machine possède ses propres paramètres.

Comment cela se fait-il ?

Préparation à l'impression 3D :

- Téléchargez les fichiers fournis dans l'itinéraire du Techlab.
- Enregistrez le fichier sur la carte SD de l'imprimante 3D.
- Sélectionnez le fichier sur votre ordinateur.
- Lancer l'impression.
- Vérifiez que les documents imprimés sont prêts à être utilisés en classe.



Développer l'activité en classe

Cette étape consiste à intégrer l'activité Techlab en classe et à travailler avec les élèves à l'aide de modèles imprimés en 3D. Dans certains cas, l'enseignant créera et construira les modèles (par exemple, des molécules simples comme l'eau, l'éthanol, le butane ou le glucose), tandis que dans d'autres cas, les élèves participeront directement à la conception, à l'expérimentation et à la construction (selon la discipline STEM).

À quoi ça sert ?

Mettre en œuvre cette activité en classe permet aux élèves d'apprendre par l'expérimentation, le travail d'équipe et la résolution de problèmes.

L'impression 3D transforme des concepts abstraits en objets tangibles, facilitant la compréhension et un apprentissage significatif.



Comment cela se fait-il ?

Pour développer l'activité en classe :

- Présentez l'activité et ses objectifs aux élèves.
- Expliquez le contexte ou le problème qu'ils doivent résoudre.
- Organisez les élèves en équipes de travail.
- Distribuez les modèles imprimés en 3D.
- Il guide le processus d'apprentissage et d'expérimentation.

Au cours de ce processus, les élèves manipulent des modèles, formulent des hypothèses, analysent les résultats et construisent leur propre apprentissage.



Réfléchissez à vos apprentissages et consolidez-les.

Cette étape consiste à analyser l'activité réalisée et à consolider les apprentissages acquis.

À quoi ça sert ?

La réflexion permet aux élèves de relier l'activité pratique au contenu du programme et de renforcer leur apprentissage.

De plus, ce processus facilite l'évaluation des apprentissages et le développement de la pensée critique.

Comment cela se fait-il ?

Pour réfléchir et consolider les apprentissages :

- Organisez une discussion de groupe avec les étudiants.
- Analysez les résultats obtenus.
- Reliez l'activité au contenu théorique.
- Cela répond à vos questions.
- Évaluer l'apprentissage.

8. COMMENT CRÉER DES ACTIVITÉS POUR UN LABORATOIRE TECHNOLOGIQUE

Une fois que vous aurez commencé à travailler avec les activités du programme Techlab, vous souhaitez peut-être concevoir vos propres propositions adaptées à votre sujet, à vos étudiants ou à votre contexte éducatif.

Nous proposons ci-dessous une méthode pour concevoir ces types d'activités étape par étape.



Identifier le contenu et l'objectif d'apprentissage

Il s'agit de sélectionner le contenu du programme sur lequel vous souhaitez travailler et ce que les élèves doivent apprendre.

À quoi ça sert ?

Cette étape garantit que l'activité a un objectif pédagogique clair et qu'elle est intégrée à votre programme d'enseignement.



Comment cela se fait-il ?

- Choisissez un sujet parmi ceux que vous étudiez (par exemple, la géométrie, la structure moléculaire, les forces...).
- Définissez ce que vous souhaitez que les élèves comprennent.
- Reliez l'activité aux compétences clés (pensée mathématique, scientifique, numérique...).

2

Concevoir le matériel nécessaire à l'activité

Il s'agit de concevoir ou de télécharger les modèles d'impression 3D dont vous aurez besoin pour réaliser l'activité.

À quoi ça sert ?

Elle vous permet de créer ou d'obtenir le matériel nécessaire à la réalisation de l'activité. Ce matériel vous permet de passer de l'abstrait au concret, facilitant ainsi la compréhension et favorisant un apprentissage significatif.

Comment cela se fait-il ?

- Demandez-vous : comment puis-je « matérialiser » ce concept ?
- Créez ou trouvez des modèles qui représentent ce contenu. Vous n'avez pas besoin de les concevoir de A à Z. De nombreuses plateformes gratuites proposent des ressources libres de droits, prêtes à l'emploi ou à adapter :
 - Thingiverse
 - Documents imprimables
 - MaMiniUsine
 - Cults3D
 - Sketchfab

EXAMPLE**Activité : Pythagore**

Cartes triangulaires et carrées. Un triangle rectangle (côtés : 30 mm et 40 mm ; hypoténuse : 50 mm), un carré de 30 x 30 mm, un carré de 40 x 40 mm et un carré de 50 x 50 mm.



3

Énoncez le défi ou le problème

Il s'agit de présenter une situation d'apprentissage que les élèves doivent résoudre.

À quoi ça sert ?

L'apprentissage chez Techlab repose sur la résolution de problèmes. Le défi stimule la curiosité, active la pensée critique et donne du sens à l'activité.

Comment cela se fait-il ?

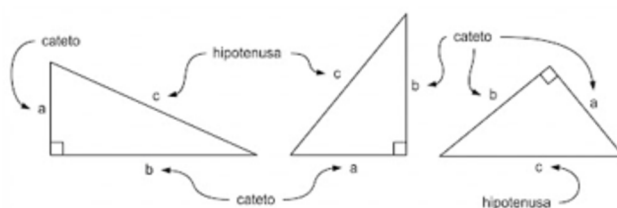
- Posez une question ou un défi clair
- Évitez de donner la réponse directement.
- Concevoir une situation qui nécessite d'enquêter, de tester et de prendre des décisions.

EXAMPLE**Activité : Pythagore**

Cette activité est un exercice de visualisation et de déduction géométrique conçu pour transformer une formule abstraite en une réalité tangible.

Le point de départ est la manipulation physique d'un triangle et de trois carrés de tailles différentes. Le défi consiste pour les participants à découvrir la relation physique entre les côtés du triangle et les aires des carrés, favorisant ainsi le passage d'une pensée concrète (le contact avec les pièces) à une pensée abstraite.

$$a^2 + b^2 = c^2$$



Une fois la relation visuelle établie, l'activité évolue vers une vérification arithmétique, utilisant les mesures des pièces imprimées pour vérifier que la somme des aires des petits carrés est exactement égale à l'aire du grand carré, mais seulement sous certaines conditions géométriques (triangle rectangle).



Concevoir la séance en classe

Il s'agit de définir ce que les élèves feront avec les documents imprimés, ainsi que d'établir les étapes nécessaires à la mise en œuvre de l'activité en classe.

À quoi ça sert ?

Cela facilitera sa mise en œuvre ultérieure.



Comment cela se fait-il ?

- Définir des actions spécifiques : mesurer, comparer, ajuster, regrouper...
- Concevoir des situations où faire des erreurs fait partie du processus d'apprentissage.

Nous recommandons d'utiliser la structure suivante :

- Présentation du défi : description simple du défi.
- Instructions claires : Une explication simple de la manière de relever le défi.
- Élaborer des questions de réflexion dotées d'un objectif clair et d'un mécanisme pour guider les étudiants.



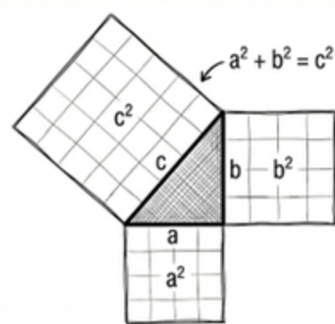
Activité : Pythagore

La table de chaque groupe est placée sur un ensemble aléatoire de 9 carrés (tuiles imprimées en 3D) de tailles différentes.

Le défi consiste à mettre de l'ordre dans le chaos. Parmi ces 9 pièces, on trouve exactement trois « familles » ou triades indépendantes. Chaque famille est composée de 3 carrés qui satisfont mathématiquement et géométriquement au théorème de Pythagore.

Voici un plan proposé pour la gestion de l'activité avec les groupes (4 élèves par groupe recommandés) :

Présentation du défi : Distribuez les 9 tuiles mélangées. Expliquez qu'il n'y a pas de pièces supplémentaires ou manquantes. Elles appartiennent toutes au même groupe.



Consignes claires : « Vous avez 9 carrés. Voici 3 ensembles parfaits de trois pièces mélangées qui respectent le théorème de Pythagore. Votre tâche consiste à mesurer, calculer et séparer les pièces en leurs trois groupes corrects. Aucune pièce ne doit rester isolée. »

Question 1.

- Objectif : Encourager l'utilisation de données empiriques (mesures) plutôt que l'intuition visuelle imprécise.
- Guide : « À première vue, ce carré de 30 mm et ce carré de 32 mm semblent identiques. Comment en être sûrs ? » (Ils devraient utiliser une règle.) « Faites une liste des mesures des 9 côtés avant de commencer à essayer des combinaisons aléatoires. »

Question 2.

- Objectif : Pratique intensive de la formule.
- Guide : « Avez-vous essayé des carrés dont les côtés mesurent 3, 4 et 6 ? Voyons voir : $3^2 = 9$, $4^2 = 16$. $9 + 16 = 25$. Mais le plus grand carré mesure 6 ($6^2 = 36$). Est-ce que 25 est égal à 36 ? Non. Donc cette combinaison est éliminée. »

Question 3.

- Objectif : Relier le calcul numérique aux propriétés spatiales.
- Guide : « Vous dites que ces trois objets vont ensemble parce que leurs nombres correspondent. Maintenant, placez-les sur la table, coin contre coin, en formant un espace triangulaire au centre. Si vous utilisez le coin d'une feuille de papier, s'insère-t-il parfaitement dans cet espace ? »

Conclusion : Si les pièces s'emboîtent, vous avez trouvé le triangle rectangle. Si elles ne s'emboîtent pas (l'écart est obtus ou aigu), vous avez choisi les mauvaises pièces.

**Mettez en œuvre l'activité dans le Techlab.**

Elle consiste à mener l'activité au sein du Techlab, à organiser le matériel, l'espace et le déroulement de la séance avec les étudiants.

À quoi ça sert ?

Cette étape permet de mettre en pratique tout ce qui a été conçu précédemment, garantissant ainsi que l'activité se déroule de manière organisée, dynamique et axée sur l'apprentissage.



Comment cela se fait-il ?

- Préparez à l'avance les matériaux imprimés en 3D nécessaires à l'activité.
- Organiser l'espace Techlab (travail de groupe, distribution du matériel, etc.)
- Expliquez clairement le défi et les règles de l'activité.
- Assurez-vous que tous les élèves comprennent ce qu'ils doivent faire avant de commencer.

6

Guider l'apprentissage

Il s'agit d'accompagner le processus de questions qui guident le raisonnement des élèves.

À quoi ça sert ?

Les questions aident à structurer la pensée et à développer l'esprit critique.

Comment cela se fait-il ?

- Posez des questions ouvertes
- Évitez de donner des réponses directes
- Guidez l'activité progressivement.

EXAMPLE**Activité : Pythagore**

Une fois que les élèves commencent à manipuler les pièces, à mesurer et à calculer, ils sont guidés par les questions suivantes pour structurer leur raisonnement :

- Pouvez-vous regrouper les cartes par simple inspection visuelle ou avez-vous besoin d'un outil plus précis ?
- Si vous choisissez au hasard trois carrés et calculez leurs aires, la somme des aires des deux plus petites est-elle égale à celle de la plus grande ?
- Une fois que vous pensez avoir trouvé une triade (3 pièces), comment pouvez-vous prouver physiquement qu'il s'agit d'une « famille pythagoricienne » sans utiliser de calculatrice ?

9. PRÉVENTION DES RISQUES EN CLASSE

Pour la mise en œuvre des laboratoires technologiques « Techlab », il est essentiel de connaître les mesures de prévention des risques qui garantiront que les activités réalisées sont sûres pour tous (élèves et enseignants).

9.1. IDENTIFICATION ET MESURES DE PRÉVENTION DES RISQUES

Nous décrivons ci-dessous les principaux risques que nous pourrions rencontrer, dans le but de les prévenir.

RISQUES MÉCANIQUES

Bien que les imprimantes 3D ne comportent pas de mécanismes dangereux comme certaines autres machines industrielles, elles possèdent des pièces mobiles susceptibles de provoquer des blessures. Parmi celles-ci figurent des composants tels que la tête d'impression et le plateau d'impression, qui se déplacent le long des différents axes de la machine (X, Y, Z).

Risques potentiels :



- Coup à la tête en mouvement.
- L'imprimante tombera si on la pousse accidentellement.
- Léger pincement lors de l'insertion de la main pendant l'impression.
- Posez votre doigt sur l'extrudeuse.
- Touchez les ventilateurs en mouvement.

Mécanismes de prévention :

- Ne laissez pas les élèves manipuler l'imprimante pendant l'impression.
- Attendez toujours quelques minutes après la fin de l'impression avant de retirer la pièce ou de toucher la machine.
- Maintenez une distance de sécurité minimale
- Placez l'imprimante sur une surface stable.

RISQUES THERMIQUES

Il s'agit là d'un des principaux risques que nous devons identifier et prévenir lors de l'utilisation d'imprimantes 3D.

Les imprimantes 3D impriment en faisant fondre un filament à haute température :

- Buse : Selon le filament utilisé, la buse sera à une température spécifique pour faire fondre le filament et permettre l'impression. Cette température peut varier entre 180 °C et 260 °C.
- Plateau chauffant : il s'agit de la surface sur laquelle la pièce est imprimée. Bien que les températures soient inférieures à celles de la buse, elles peuvent atteindre 50 °C pour des filaments comme le PLA.

Il est important de noter que, même après la fin de l'impression, la machine maintient la température pendant quelques minutes le temps de refroidir.

Risques potentiels :

- Brûlures dues au contact de la buse.
- Brûlures dues au contact du lit chaud.
- Brûlures au contact du filament fondu.

Mécanismes de prévention :

- Ne laissez personne toucher l'imprimante pendant l'impression.
- Attendez toujours quelques minutes après la fin de l'impression avant de retirer la pièce ou de toucher la machine.
- Utilisez des outils comme une pince à épiler pour toucher le filament ou nettoyer la buse.
- Retrait des pièces de préférence par l'enseignant
- Informer les élèves sur les surfaces chaudes

RISQUES ÉLECTRIQUES**Risques potentiels :**

- Câbles endommagés
- Manipulation incorrecte
- Liquide renversé près de l'imprimante
- Crampes

Mécanismes de prévention :

- Si la machine provoque des chocs électriques, éteignez-la immédiatement et informez-en le distributeur d'électricité.
- Débranchez la machine de la prise de courant.
- Ne placez pas de liquides à proximité
- Vérifiez visuellement l'état du cordon d'alimentation.
- Ne permettez pas aux élèves de manipuler les connexions

RISQUES CHIMIQUES

En raison des émissions de gaz

Lors de l'impression 3D, le filament chauffe et peut émettre de petites quantités de gaz et de composés volatils dans l'air. Ce phénomène se produit, mais le risque est faible avec des matériaux appropriés.

Il est important de garder à l'esprit que :

- Il ne s'agit pas d'un risque immédiat
- Il n'y a aucun risque d'empoisonnement soudain.
- Il s'agit d'expositions prolongées dans des espaces mal ventilés.

Nous vous recommandons de consulter les spécifications des matériaux fournies par le fabricant afin de garantir la sécurité des élèves.

Le niveau d'émission dépend du matériau utilisé. C'est pourquoi nous recommandons l'utilisation du PLA comme matériau d'impression principal car, outre les avantages expliqués dans les sections précédentes, il offre les avantages suivants :

- Il émet des niveaux très faibles
- Il génère moins d'odeurs
- Il est plus sûr pour un usage éducatif

Comparaison générale :

- PLA → Faibles émissions
- PETG → Émissions faibles à modérées
- ABS → Émissions plus élevées

Par conséquent, nous recommandons d'éviter l'utilisation de l'ABS dans les salles de classe, surtout en l'absence d'une ventilation adéquate.

Risques potentiels :

- Inconfort causé par les odeurs
- Air stagnant dans les espaces clos
- Exposition prolongée sans ventilation

mécanismes de prévention

- Utiliser du PLA comme matériau principal
- Maintenir une ventilation naturelle de la salle de classe
- Évitez d'imprimer pendant plusieurs heures d'affilée dans des espaces non ventilés.
- Ne placez pas plusieurs imprimantes dans des espaces réduits et non ventilés.
- Si vous utilisez des polymères tels que l'ABS, placez la machine dans une chambre sécurisée protégée par des filtres qui capturent les produits chimiques présents dans l'air.

En raison de l'émission de particules

Le risque de présence de particules survient lors du post-traitement. Autrement dit, une fois l'impression 3D terminée, il peut être nécessaire d'effectuer des ajustements sur la pièce, tels que le limage ou le ponçage.

Risques potentiels :

- Ingestion de particules
- Insérer dans les yeux
- Les transporter vers d'autres endroits. Par exemple, si nous les portons dans nos mains et touchons quelque chose, nous les transférons et d'autres peuvent les toucher.

mécanismes de prévention



- Utiliser EPI
- Portez un masque
- Portez des lunettes
- Portez des gants
- Veillez à la propreté des lieux. Nous vous recommandons de passer l'aspirateur.

RISQUES ENVIRONNEMENTAUX

L'utilisation d'imprimantes 3D peut avoir un impact environnemental si les matériaux et les déchets générés pendant le processus d'impression ne sont pas correctement gérés.

De plus, certains matériaux plastiques ne sont pas biodégradables et nécessitent une gestion appropriée des déchets.

Lors de l'utilisation d'imprimantes 3D, il est courant de générer :

- Résidus de filaments
- Pièces ratées
- supports d'impression
- Emballage des matériaux
- Poussière de ponçage ou de post-traitement

Ces déchets, s'ils ne sont pas gérés correctement, peuvent avoir un impact environnemental ou salir les salles de classe.

De plus, certains matériaux plastiques ne sont pas biodégradables et nécessitent une gestion appropriée des déchets.

Risques potentiels :

- Accumulation de déchets plastiques
- La pollution environnementale due à une mauvaise gestion des déchets
- Saleté de la salle de classe
- Dispersion de petits morceaux ou fragments

Comment pouvons-nous les prévenir ?

- Prévoyez un conteneur spécifique pour les déchets d'impression 3D
- Encouragez la réutilisation des pièces défectueuses chaque fois que cela est possible.
- Gardez votre espace de travail propre et rangé.
- Nettoyez l'espace à l'aide d'un aspirateur afin d'éviter le déplacement des particules.
- Nettoyer avec un chiffon/papier humide et ranger dans un sac en plastique pour éviter de polluer l'air.
- Récupérer les restes après chaque session
- Utilisez des matériaux plus durables chaque fois que cela est possible (comme le PLA).
- Évitez d'imprimer des documents inutiles ou non éducatifs.
- Réutilisez les matériaux autant que possible grâce aux programmes de collecte de matériaux (voir la section suivante).

IMPORTANT!

Les recommandations contenues dans ce document sont de nature indicative et préventive, et se fondent sur l'utilisation courante des imprimantes 3D à des fins pédagogiques dans les milieux scolaires.

Chaque centre éducatif doit :

- Consultez les fiches techniques et les fiches de données de sécurité (FDS) des matériaux utilisés.
- Suivez les consignes de sécurité du fabricant de l'imprimante.
- Respectez la réglementation en vigueur concernant la prévention des risques professionnels et la sécurité au travail.

La bonne application de ces mesures relève de la responsabilité du centre éducatif et du personnel chargé de l'utilisation du matériel.

9.2. PROTOCOLE DE SÉCURITÉ

Avant l'impression

- Vérifiez que l'imprimante se trouve sur une surface stable.
- Vérifiez le branchement du cordon d'alimentation.
- Vérifiez que la zone est dégagée.
- Vérifiez que les élèves connaissent les règles de base
- Vérifiez que le fichier à imprimer est correct.
- Vérifiez que la salle de classe est ventilée.

Pendant l'impression

La durée d'impression dépend de nombreux facteurs (taille de la pièce, supports nécessaires, etc.) et peut donc varier de quelques minutes à plusieurs heures. Par conséquent, la présence de l'enseignant n'est pas requise pendant toute la durée de l'impression. Toutefois, nous recommandons :

- Surveillez périodiquement le processus d'impression.
- Vérifiez qu'il se développe normalement.
- Empêcher les élèves de manipuler l'imprimante.

Après impression

- Attendez quelques minutes qu'il refroidisse.
- Retirer la pièce (de préférence par l'enseignant)
- Éteignez l'imprimante si vous ne comptez plus l'utiliser.

9.3. LISTE DE CONTRÔLE

Avant impression :

- Imprimante sur une surface stable
- Câblage en bon état
- Espace dégagé
- Salle de classe bien aérée
- Enseignant présent
- Élèves informés
- Fichier vérifié
- Filament compatible

Pendant l'impression :

- Supervision visuelle
- Apprentissage à distance
- Aucune manipulation d'imprimante

Après impression :

- Attendre le refroidissement
- Retirer la pièce avec précaution
- Éteindre l'imprimante si elle n'est pas utilisée
- Nettoyer la zone de travail

10. DURABILITÉ ENVIRONNEMENTALE

Ces dernières années, la transition écologique et le développement durable sont devenus des piliers fondamentaux. L'Union européenne promeut des mesures et des initiatives qui contribuent à la transition écologique et à la mise en œuvre de pratiques durables. Dans ce contexte, comme l'explique la recommandation du Conseil sur l'apprentissage pour la durabilité environnementale : « Comme dans d'autres secteurs, des mesures doivent également être prises dans l'éducation et la formation pour répondre à l'urgence climatique et à la crise planétaire – en ce qui concerne ses propres activités et, en particulier, la manière dont celles-ci préparent les élèves à l'avenir.[xvi] »

Elle souligne l'importance de créer et de mettre en œuvre des mesures à court terme qui non seulement soutiennent les centres éducatifs et les enseignants, mais aident également les élèves à développer les compétences et la conscience critique nécessaires à la transition écologique.

Dans ce contexte, nous considérons l'intégration de pratiques durables dans les Techlabs comme une priorité pour ces laboratoires ; il ne s'agit pas seulement de réduire l'empreinte écologique, mais aussi d'apprendre aux étudiants à être plus responsables sur le plan environnemental et à acquérir une conscience critique à ce sujet.

Comme nous l'avons mentionné précédemment, l'impression 3D repose sur un procédé de fabrication additive couche par couche, ce qui permet de réduire la quantité de matériau utilisé par rapport aux méthodes de fabrication plus traditionnelles. Cependant, la durabilité environnementale d'un Techlab dépend non seulement de ce facteur d'impression, mais aussi d'autres éléments tels que le matériau d'impression choisi, la conception des pièces à imprimer et les processus de travail.

[xvi] Commission européenne. (2022). Proposition de recommandation du Conseil sur l'apprentissage pour la durabilité environnementale [COM(2022) 11 final]. Bruxelles : Commission européenne. Disponible à l'adresse suivante : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A52022DC0011>

Par conséquent, conformément aux orientations de la Commission européenne sur l'apprentissage pour la transition écologique et le développement durable[xvii], les Techlabs :

- L'apprentissage du développement durable est une priorité chez Techlab.
- Elles offrent aux étudiants la possibilité de s'informer sur le changement climatique, les pratiques durables et de développer un esprit critique.
- Ils aident les enseignants à mettre en œuvre des pratiques durables pour lutter contre le changement climatique.
- Ce sont des environnements d'apprentissage qui promeuvent le développement durable dans toutes leurs activités.
- Ils impliquent activement les étudiants.

[xvii] Commission européenne. (s.d.). Apprendre pour la transition écologique et le développement durable [Page web]. Espace européen de l'éducation. Consulté à l'adresse : <https://education.ec.europa.eu/es/focus-topics/green-education/learning-for-the-green-transition>



10.1. PRATIQUES DURABLES DANS LA MISE EN ŒUVRE DES TECHLABS

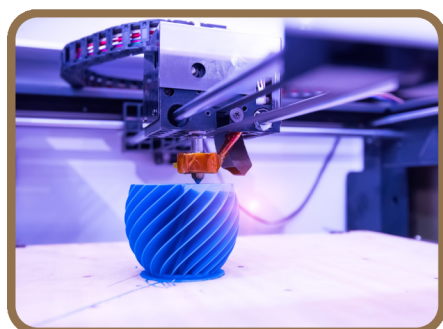


Sélection des matériaux d'impression

Il existe différents matériaux d'impression pour l'impression 3D. Cependant, certains sont plus durables, utilisant des matériaux recyclés ou biodégradables afin de réduire les déchets plastiques. Le PLA en est un exemple.

Le filament PLA (acide polylactique) est un matériau thermoplastique biodégradable dérivé de ressources naturelles renouvelables telles que le maïs ou la canne à sucre.

Le PLA se caractérise par sa facilité d'utilisation, sa faible contraction thermique et son bon état de surface, ce qui le rend particulièrement adapté aux environnements éducatifs. Il n'émet pas de gaz toxiques lors de son utilisation et est sans danger pour les activités pédagogiques.



Conception efficace de chaque pièce

Lors de la conception d'une pièce pour l'impression 3D, de nombreux facteurs sont à prendre en compte. Cependant, certaines pratiques permettent de réduire l'impact environnemental sans compromettre la qualité et l'utilité de la pièce, notamment :

- Regroupez plusieurs éléments en une seule impression pour optimiser la consommation d'énergie.
- Examiner les modèles 3D afin de réduire l'épaisseur ou le support inutiles sans compromettre la qualité de la pièce sur le plan éducatif.
- Calculez la consommation estimée de filament avant l'impression.



Recyclage des matériaux d'impression

Toute impression 3D génère des déchets, même en petite quantité (supports, ligne d'extrusion initiale ou de purge, pièces défectueuses, etc.). Il est donc important de connaître les pratiques de recyclage de ce matériau.

- Trier et stocker les chutes : Prévoir une boîte ou un conteneur dans la classe pour que les élèves puissent y déposer les restes de matériaux et les pièces défectueuses. Si différents types de matériaux sont utilisés (PLA, PETG, ABS, etc.), il est conseillé de les trier par type, si possible.
- Programmes de collecte ou centres de recyclage. Si vous accumulez une quantité importante de matériaux, vous pouvez les apporter à un centre de recyclage ou contacter des organismes qui collectent les plastiques d'impression 3D. Commencez par vérifier si votre centre dispose d'un programme de recyclage établi avec une entreprise spécialisée. Sinon, plusieurs solutions s'offrent à vous :
 - SERVICE DE RECYCLAGE DE LA MUNICIPALITÉ. Le plus simple est de contacter le service de gestion des déchets de la mairie ou les déchetteries locales pour savoir s'ils acceptent les déchets de filaments d'impression 3D.
 - UNIVERSITÉS. De nombreuses universités disposent de centres de recyclage pour les déchets tels que les filaments d'impression 3D.

**Utilisation efficace de l'énergie et entretien responsable des machines**

- Regroupez plusieurs pièces en une seule impression pour profiter des temps de préchauffage et d'impression.
- Éteignez l'imprimante lorsqu'elle n'est pas utilisée.
- Analysez le temps d'impression estimé.



Cofinanciado por
la Unión Europea

