

Programme de formation pour l'Enseignement Supérieur intégrant les Principes Pratiques de l'Enseignement et de la Formation Professionnels



TECONAUT

USING DEEP TECH TO FACILITATE THE ECO
TRANSITION IN THE NAUTICAL SECTOR



Co-funded by
the European Union

Programme de formation pour l'Enseignement Supérieur intégrant les Principes Pratiques de l'Enseignement et de la Formation Professionnels

Numéro du projet	101139940
Titre du document	Programme de formation pour l'Enseignement Supérieur intégrant les Principes Pratiques de l'Enseignement et de la Formation Professionnels
Date	31 Août 2026
Type de document	Rapport
Distribution	Greenboats
Niveau de diffusion	Public
Version	1

Avertissement

Financé par l'Union européenne. Les points de vue et opinions exprimés n'engagent toutefois que leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement ceux de l'Union européenne ou de l'EACEA. Ni l'Union européenne ni l'autorité de financement ne peuvent en être tenues pour responsables.



Résumé

Ce document présente le cadre du programme de formation TEcoNaut, conçu pour initier les étudiants de l'enseignement supérieur à la construction navale écologique. Ce programme comble le fossé entre la théorie académique et la mise en pratique en intégrant les principes de l'enseignement et de la formation professionnels (EFP) et en respectant les lignes directrices du CEDEFOP en matière d'apprentissage. Son objectif principal est de doter les étudiants de compétences pratiques dans le domaine des composites durables, des fibres naturelles et alternatives, et des résines biosourcées, aboutissant à un résultat de production concret et vérifiable.

Sommaire

1. Introduction	5
2. Objectifs du Programme et Public Cible	7
3. Rôles des Structures impliquées	9
4. Structure du Programme et Crédits ECTS	11
5. Liste des Principales Activités Pratiques	13
6. Bibliothèque des Acquis d'Apprentissage	16
7. Réalisation au cours du stage : Construction d'une annexe	18
8. Grille d'Evaluation	21
9. Conclusions	23



1

Introduction



Introduction

La transition vers un secteur maritime plus durable et circulaire nécessite des professionnels alliant de solides connaissances théoriques à une expérience pratique des procédés de fabrication innovants. Si les programmes d'enseignement supérieur fournissent les bases théoriques en ingénierie, en science des matériaux et en développement durable, il apparaît de plus en plus nécessaire de renforcer les compétences pratiques des étudiants grâce à un apprentissage structuré en milieu professionnel.

Dans ce contexte, le projet TEcoNaut vise à combler le fossé entre l'enseignement supérieur et le monde de l'entreprise en favorisant des stages qui intègrent les principes de l'enseignement et de la formation professionnels (EFP) dans l'enseignement universitaire. Grâce à la collaboration entre les établissements d'enseignement supérieur, les entreprises d'accueil et le consortium TEcoNaut, les étudiants acquièrent une expérience pratique de la construction navale durable tout en développant les compétences techniques, environnementales et professionnelles requises par le secteur.

Ce document présente le programme de formation TEcoNaut, en définissant la structure du stage, ses objectifs pédagogiques, les activités pratiques, les acquis d'apprentissage attendus, le cadre d'évaluation et les rôles des organisations participantes. Le modèle proposé vise à fournir un cadre flexible pouvant être adapté par différentes universités et entreprises, tout en garantissant une norme de qualité commune à l'ensemble des partenaires du projet TEcoNaut.



2

Objectifs du Programme et Public Cible



2. Objectifs du Programme et Public Cible

La transition vers une économie marine circulaire nécessite une main-d'œuvre maîtrisant à la fois la théorie technique des matériaux durables et leur mise en œuvre pratique en atelier.

Profils académiques visés

- Architecture navale et Génie maritime
- Science des matériaux et Ingénierie des composites
- Génie chimique (Spécialisation en science des polymères)
- Durabilité et Génie de l'environnement

Lacunes identifiées en matière de compétences

D'après l'analyse des programmes d'études actuels, les étudiants de l'enseignement supérieur ont besoin d'une formation ciblée sur la manipulation pratique des composites durables. Parmi les lacunes majeures figurent les techniques pratiques de stratification, les propriétés comportementales spécifiques des fibres naturelles et alternatives lors de l'infusion de résine, ainsi que la documentation opérationnelle nécessaire aux évaluations environnementales en atelier.



3

Rôles des Structures impliquées



3. Rôles des Structures impliquées

Le programme de stage TEcoNaut repose sur une étroite collaboration entre les établissements d'enseignement supérieur, les entreprises d'accueil et le consortium TEcoNaut. Chaque partenaire apporte son expertise spécifique et assume des responsabilités bien définies afin de garantir que les stagiaires acquièrent à la fois des connaissances théoriques et des compétences pratiques, tout en maintenant un cadre de qualité cohérent au sein de toutes les structures participantes. La section suivante présente les principaux rôles et responsabilités de chaque partie prenante.

Établissements d'Enseignement Supérieur (EES) : Les universités sont chargées de recruter et de sélectionner les étudiants pertinents, de suivre le déroulement du stage d'un point de vue académique, d'assurer la communication avec l'entreprise d'accueil, d'évaluer les performances de l'étudiant sur la base du rapport final et des retours reçus de l'entreprise d'accueil, et d'apporter un accompagnement et un encadrement académiques réguliers. Le cas échéant, elles attribuent la validation académique correspondante (ECTS).

Entreprises d'accueil : Les entreprises d'accueil mettent à disposition les installations et l'environnement de travail dans lesquels se déroule le stage. Elles mettent en œuvre le programme de stage en fonction de leurs processus de production, de leur expertise et des conditions de travail, tout en veillant à ce que les objectifs d'apprentissage convenus soient atteints. Les tuteurs de l'entreprise accompagnent le stagiaire tout au long de son stage, lui dispensent une formation pratique et évaluent son travail, avant de transmettre leurs commentaires à l'université.

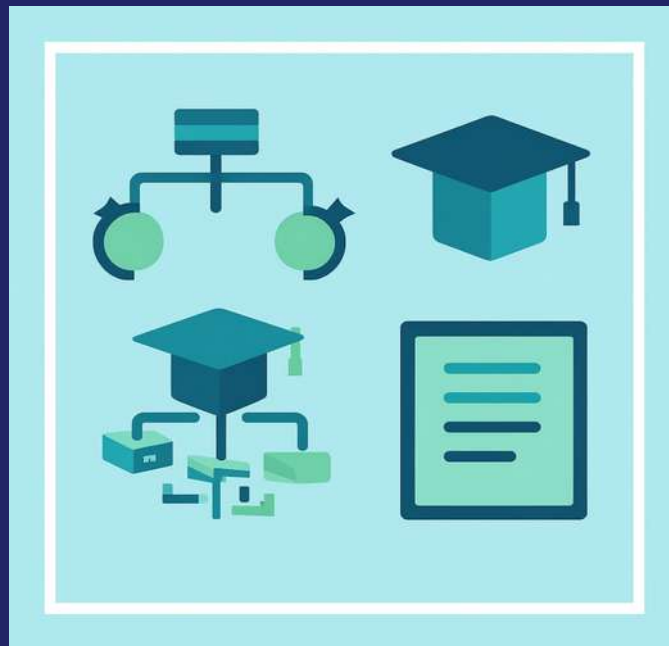
Consortium TEcoNaut¹ : Le consortium TEcoNaut coordonne le cadre général des stages, fournit des lignes directrices communes et des outils d'évaluation, recueille les résultats et les retours d'expérience générés au cours des stages, analyse ces résultats et utilise les données ainsi recueillies pour étayer les livrables, les recommandations et les activités de diffusion du projet.

¹ Le consortium du projet TEcoNaut comprend les partenaires suivants : Sea Teach, Greenboats, Innovation Yachts, Astondoa, ANEN, PolBoat, EBI, Gölcük Vocational and Technical Anatolian High School, SOIB, NTUA, Politechnika Gdanska. Pour en savoir plus sur les partenaires et le projet, rendez-vous sur le site internet : <https://teconaut.eu/fr/les-partenaires/>



4

Structure du Programme et Crédits ECTS



4. Structure du Programme et Crédits ECTS

Le programme de stage est structuré conformément au système ECTS, garantissant ainsi une reconnaissance académique officielle aux universités participantes.

Phase du Module	Description des Activités	Equivalence
 Phase de Préparation	Formation initiale en matière de santé, de sécurité et d'environnement (HSE), présentation théorique des éco-matériaux et définition du périmètre du projet. Mettre en place des mesures de sécurité et de prévention des risques.	1 - 2 ECTS
 Mise en œuvre pratique	Fabrication en atelier, préparation des outillages et fabrication de composites supervisées (mise en œuvre pratique dans le cadre de la formation professionnelle).	6 - 10 ECTS
 Documentation et Analyse	Établissement de la nomenclature (Bill Of Materials = BOM), rapports sur le déroulement du processus et documentation relative à l'évaluation finale.	3 - 5 ECTS
 Contenu global	Programme complet du stage	10 - 17 ECTS

Durée du programme : La durée est d'environ 240 heures, soit 6 semaines (40 heures par semaine).



5

Liste des Principales Activités Pratiques



Co-funded by
the European Union

ERASMUS-EDU-2023-PI-ALL-INNO

5. Liste des Principales Activités Pratiques

Afin de respecter les principes du **CEDEFOP** en matière d'apprentissage, les stagiaires doivent participer activement aux processus standards de construction navale, adaptés aux matériaux durables. Les activités suivantes intègrent l'expertise pratique spécifique des partenaires du consortium (notamment Innovation Yachts, Astondoa et Greenboats) et constituent le tronc commun obligatoire du stage.



Activity Category	Specific Hands-On Tasks
 Préparation de l'environnement de travail	Mise en place de la zone de stratification ; utilisation des équipements de protection individuelle (EPI) appropriés ; distinction entre les protocoles HSE spécifiques aux bio-résines et ceux applicables aux résines synthétiques traditionnelles.
 Outillage et Moules	Nettoyage, étanchéification et application d'agents de démoulage écologiques sur les moules ; préparation des consommables pour le moulage sous vide destinés à des géométries complexes.
 Manipulation des matériaux (Fibres Naturelles et Alternatives)	Découpe, assemblage et gestion des propriétés spécifiques de drapé des fibres naturelles (par exemple, le lin, le chanvre) et des fibres alternatives recyclables (par exemple, le basalte, la fibre minérale pure).
 Traitement des Résines et Matrices	Stockage, mélange et manipulation de systèmes de résines thermodurcissables bio-sourcées et de matrices alternatives ou recyclables ; surveillance des réactions exothermiques.
 Traitement des matériaux d'Âme (Noyau)	Découpe, mise en forme et ajustement de matériaux d'âme durables (par exemple, PET recyclé, balsa, bois issus de sources durables ou liège) dans des structures de moules complexes.
 Procédés de Fabrication	Mise en œuvre de procédés de stratification humide ; mise en place et suivi de l'infusion sous vide ; gestion active des débits de résine, qui varient considérablement selon qu'il s'agit de fibres naturelles ou de fibre de verre traditionnelle.
 Post-production et Finition écologique	Démoulage des pièces durcies ; découpe des bords ; mise en œuvre de procédés de finition de surface et de peinture respectueux de l'environnement (en respectant des normes de finition de haute qualité).
 Documentation Environnementale	Peser toutes les matières premières avant leur utilisation ; peser les déchets générés ; calculer les rapports exacts entre fibres et résine afin d'établir les données de référence pour la nomenclature (BOM = Bill Of Matériaux).



6

Bibliothèque des Acquis d'Apprentissage



Co-funded by
the European Union

ERASMUS-EDU-2023-PI-ALL-INNO

6. Bibliothèque des Acquis d'Apprentissage



La réalisation de la liste des activités principales correspond directement aux acquis d'apprentissage formalisés ci-dessous, qui reflètent à la fois les objectifs analytiques de l'enseignement supérieur et les compétences pratiques de la formation professionnelle. Ceux-ci serviront de base à l'évaluation finale, tant sur le plan académique que par l'entreprise d'accueil.

Domaine de Compétence	Acquis d'apprentissage attendus
 Santé (hygiène) et sécurité	Le stagiaire évolue en toute sécurité dans un environnement de fabrication de matériaux composites et respecte l'ensemble des protocoles de prévention des risques spécifiques à ces nouveaux matériaux.
 Compétence en matière de Matériaux	Le stagiaire fait preuve d'une bonne compréhension pratique des propriétés spécifiques de drapage, d'imprégnation et de durcissement des fibres alternatives (lin, basalte) et des bio-résines par rapport aux matériaux conventionnels.
 Exécution des processus	Le stagiaire participe avec succès à l'ensemble du cycle de fabrication des composites, depuis la préparation du moule jusqu'au démoulage et à la finition (par exemple, ponçage, peinture écologique).
 Collecte de Données et BOM (Nomenclature)	Le stagiaire consigne avec précision les intrants de matières, la consommation d'énergie et les déchets produits, données nécessaires aux calculs du cycle de vie. Il est capable d'établir une nomenclature complète de la pièce qu'il a fabriquée, générant ainsi des données utiles à l'entreprise d'accueil.
 Contrôle Qualité et Amélioration continue	Le stagiaire identifie les défauts de fabrication courants (par exemple, les zones sèches, les vides, les traces d'impression) et maîtrise les techniques pratiques de correction à appliquer en atelier.
 Economie Circulaire et Fin de Vie	Le stagiaire met en pratique les principes de l'économie circulaire en triant les flux de déchets et en utilisant des matrices fibreuses alternatives ou recyclables.



7

Réalisation au cours du stage : Construction d'une annexe



Co-funded by
the European Union

ERASMUS-EDU-2023-PI-ALL-INNO

7. Réalisation au cours du stage : Construction d'une annexe

Afin de synthétiser les acquis d'apprentissage et de fournir un résultat permettant l'évaluation, le stage s'appuiera sur un projet concret. Le principal résultat pratique sera la construction d'une annexe. Ce projet spécifique permet aux stagiaires de s'impliquer dans l'ensemble du cycle de production à une échelle raisonnable, tout en mettant en application les diverses compétences du consortium en matière de matériaux.

Composante 1 : Construction de la coque

Les stagiaires fabriqueront la coque principale à partir de fibres naturelles (telles que le lin) associées à un système de résine bio-sourcée. Cette phase met l'accent sur les techniques d'infusion sous vide et met en évidence les différences en matière d'absorption de la résine, de drapage structurel et de dynamique d'écoulement par rapport aux fibres de verre traditionnelles.

Composante 2 : Cloisons et structures internes

Les composants structurels internes et les renforts seront fabriqués à partir de fibres de basalte volcanique et d'autres matrices fibreuses non conventionnelles, recyclables ou issues de la valorisation. Cette phase met particulièrement l'accent sur les principes de l'économie circulaire et sur l'intégration de matériaux alternatifs pour assurer la rigidité structurelle.

Composante 3 : Finition des surfaces

Les stagiaires se chargeront de la phase de post-production, en mettant l'accent sur la préparation écologique des surfaces, le lissage et la peinture. Ce volet fait le lien entre la fabrication de composites bruts et les finitions esthétiques de haute qualité requises dans les secteurs plus larges de la marine et de la plaisance de luxe.

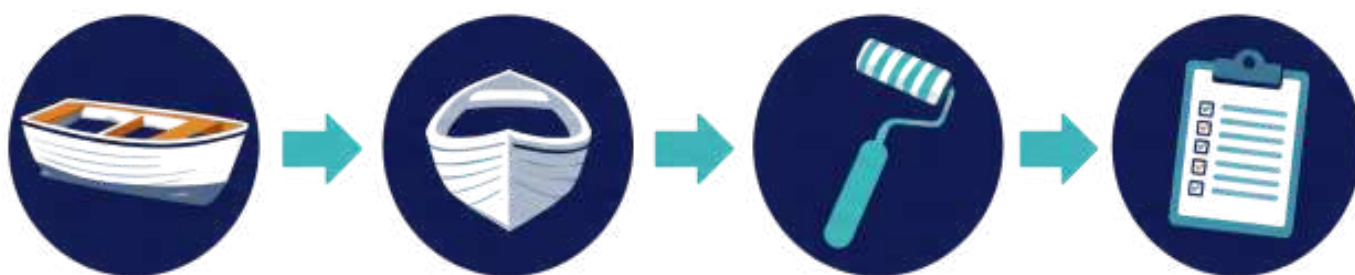
Composante 4 : Nomenclature (BOM = Bill Of Materials) et Etude d'impact

Si les analyses du cycle de vie (ACV) complètes nécessitent des logiciels spécialisés souvent inaccessibles aux petites et moyennes entreprises, le fondement même de toute ACV réside dans une nomenclature précise. Les stagiaires doivent établir une nomenclature rigoureuse relative à l'annexe construite, en procédant comme suit :

- Enregistrer le poids exact des matériaux de structure (fibres, âme, résine).
- Suivi du volume des consommables à usage unique (sacs sous vide, tissu d'arrachage, treillis d'infusion).
- Noter, dans la mesure du possible, les apports énergétiques (par exemple, les temps de durcissement au four).

Cette documentation opérationnelle fournit à l'entreprise d'accueil des données très précieuses en matière de développement durable, établissant ainsi une base de référence pour les futurs efforts de transition écologique, tout en répondant aux exigences des rapports analytiques attendus du stagiaire.

Il convient également de comparer la durée prévue de la construction avec la durée réelle de celle-ci.





8

Grille d'Evaluation



Co-funded by
the European Union

ERASMUS-EDU-2023-PI-ALL-INNO

8. Grille d'Evaluation

Pour évaluer les acquis d'apprentissage, le processus d'évaluation est divisé en deux phases contrôlables :

- **Évaluation des Compétences Pratiques (Entreprise d'Accueil) :**
Un formulaire d'évaluation rempli par le responsable d'atelier, détaillant les compétences techniques du stagiaire, sa fiabilité, son respect des consignes de sécurité et son intégration au sein de l'équipe de production.
- **Évaluation Académique et Analytique (Etablissement d'Enseignement Supérieur) :** Notation du rapport final de stage, portant notamment sur l'exactitude de la documentation relative à la nomenclature, la compréhension des matériaux utilisés et la réflexion sur le processus de fabrication de l'annexe. Exemples d'évaluation :
 - Rapport final / journal de bord / cahier de stage
 - Rapport et présentation / soutenance
 - Rapport d'évaluation de l'entreprise





9

Conclusions



Co-funded by
the European Union

ERASMUS-EDU-2023-PI-ALL-INNO

Conclusions



Le **programme de formation TEcoNaut** offre un cadre structuré visant à intégrer les étudiants de l'enseignement supérieur dans le secteur émergent de la construction navale écologique, grâce à une combinaison d'enseignement théorique et de formation professionnelle pratique. En alignant les exigences de l'enseignement supérieur sur les principes de l'enseignement et de la formation professionnels (EFP) et sur les lignes directrices du CEDEFOP en matière d'apprentissage, le programme garantit que les participants acquièrent à la fois des connaissances théoriques et des compétences pratiques directement liées à la transition écologique de l'industrie maritime.

Grâce à leur participation active à des processus de fabrication durable de composites, à la construction d'une annexe de démonstration et à l'élaboration d'une nomenclature détaillée (BOM), les stagiaires acquièrent une expérience précieuse dans l'application des principes de l'économie circulaire, l'utilisation de matériaux durables et les pratiques de documentation environnementale.

Ce programme génère également **des avantages mutuels pour les entreprises et les établissements d'enseignement participants. Les étudiants acquièrent des compétences adaptées au monde du travail et améliorent leur employabilité, tandis que les entreprises d'accueil ont accès à des stagiaires motivés et à des données précieuses sur la production en matière de développement durable.** De plus, d'après l'analyse du programme d'études réalisée dans le cadre du projet, la majorité des programmes (**69 %**) offre des possibilités de stages et d'échanges transfrontaliers ou interurbains. Cet aspect renforce la coopération internationale autour du développement durable, tout en dotant les étudiants de diverses compétences et connaissances utiles dans d'autres pays.

Ainsi, **le modèle de formation TEcoNaut contribue à renforcer l'écosystème des compétences nécessaires à l'avenir de la construction navale durable et soutient les objectifs plus larges d'innovation, de circularité et de responsabilité environnementale au sein du secteur maritime européen.**

