



## ANALYSE DE CYCLE DE VIE & TRAJECTOIRES DE RÉDUCTIONS DES ÉMISSIONS INDUSTRIELLES

# UNE FORMATION CONTINUE PERMETTANT DE MAITRISER LES ANALYSES DU CYCLE DE VIE

École composante de l'Université PSL, l'ESPCI Paris – PSL est à la fois une Grande École d'ingénieurs originale, un centre de recherche de renommée internationale et un puissant générateur d'innovation pour l'industrie. Elle recrute sur un concours sélectif une centaine d'étudiants pour les former à devenir les ingénieurs et les scientifiques de demain. Sa formation est résolument interdisciplinaire, au croisement de la Physique, de la Chimie et de la Biologie, et vise à donner à ses élèves-ingénieurs un socle unique et solide de connaissances et de compétences scientifiques dans une approche holistique et originale. L'ADN de la formation à l'école réside dans la mise en situation et les travaux pratiques en mode projet.

Dans le prolongement de cette mission, la formation continue à l'ESPCI Paris – PSL s'appuie sur l'expertise scientifique et l'approche interdisciplinaire, pratique et innovante qui font la renommée de l'école. Elle propose aux professionnels des modules de perfectionnement et des parcours sur mesure, couvrant un large éventail de domaines en pleine évolution tels que la décarbonation de l'industrie et l'analyse de cycle de vie.

La formation continue ACTION « Analyse de Cycle de vie et Trajectoires de réductions des émissions industrielles » de l'ESPCI Paris – PSL forme des ingénieurs, techniciens en poste ou en reconversion capables de réaliser une analyse de cycle de vie complète (environnementale, économique, sociale) en s'appuyant sur leurs

compétences scientifiques, techniques et professionnelles, ainsi que de proposer des trajectoires pour la décarbonation de l'industrie.

À l'issue des modules de formation, les participants seront capables d'établir une ACV complète portant sur les volets environnementaux, économiques et sociaux, leur permettant de mesurer les impacts environnementaux des produits et des systèmes techniques. Dotés de compétences pratiques et maîtrisant les méthodologies et les outils nécessaires à la réalisation d'une ACV, ils pourront analyser de manière critiques les ACV produites par eux-mêmes et par d'autres. Connaissant les utilisations les plus fréquentes de l'ACV par l'industrie et le gouvernement, ils seront capables d'identifier les principales forces et faiblesses de l'ACV et de proposer des évolutions.

Ils seront également formés, en fonction des modules, aux technologies de la décarbonation de l'industrie mais également à la prise de décision publique et à la gestion de projet. Les différents modules de la formation continue permettront aux participants de compléter leur expertise et leurs compétences pratiques et professionnelles, les formant à relever les défis environnementaux actuels et futurs et à proposer des solutions adaptées aux enjeux de la transition énergétique et écologique.

# UNE FORMATION DISPENSÉE PAR DES PROFESSIONNELS POUR DES PROFESSIONNELS

La transition environnementale est le défi majeur des ingénieurs du 21<sup>e</sup> siècle, un domaine où tout reste à inventer pour relever les enjeux de durabilité. La formation continue ACTION s'adresse aux professionnels souhaitant devenir des acteurs clés de cette transformation en se spécialisant dans l'analyse de cycle de vie (ACV) et la stratégie de décarbonation de l'industrie.

Porté par l'ESPCI Paris – PSL, en partenariat avec Chimie ParisTech – PSL et l'Université Paris Dauphine – PSL, ce programme se fait dans le cadre du projet MERCASTO, projet soutenu par l'initiative «Compétences et Métiers d'Avenir» des financements France 2030. Ce soutien, attribué à travers PSL, démontre l'excellence et l'innovation de la formations proposée. Dispensé par des experts du monde académique et industriel, le programme combine excellence scientifique et approche pratique pour façonner l'industrie durable de demain.



## QUELS SONT LES COMPÉTENCES VISÉES ?

- Maîtriser les procédés de transformation de la matière
- Établir et résoudre des bilans de matière et d'énergie dans un système industriel
- Utiliser des logiciels de simulation industrielle
- Dimensionner des équipements industriels
- Estimer les coûts d'exploitation et les besoins d'investissement liés à un procédé
- Comprendre et appliquer les principes des cycles thermodynamiques
- Réaliser une Analyse de Cycle de Vie (ACV) sur des produits ou procédés
- Lire, interpréter et critiquer les résultats d'une ACV
- Intégrer les normes et réglementations environnementales dans les projets
- Concevoir et piloter un projet ACV en mode collaboratif
- Proposer des trajectoires de décarbonation réalistes et adaptées aux enjeux de l'entreprise
- Communiquer efficacement en anglais technique sur les procédés industriels et les enjeux environnementaux

## MODULE 0

# SENSIBILISATION À L'ANALYSE DE CYCLE DE VIE ENVIRONNEMENTALE

*Une session en mai-juin  
et une seconde en novembre-décembre*



Ce cours a pour objectif de doter les participants d'une compréhension approfondie de l'analyse de cycle de vie (ACV) et de sa pertinence dans l'évaluation des impacts environnementaux associés à un produit, un service ou un procédé. En s'appuyant sur des exemples concrets et des outils reconnus, il permettra de saisir la portée de l'ACV comme outil d'aide à la décision dans un contexte de transition écologique.

Le module adoptera une pédagogie active, alternant apports théoriques, études de cas, démonstrations d'outils logiciels et mises en situation concrètes. Il débutera par un cadrage scientifique, incluant une introduction aux enjeux de l'anthropocène et aux limites planétaires, afin de replacer l'ACV dans le contexte plus large des transformations environnementales en cours.

Les principes fondamentaux de l'ACV seront ensuite exposés, avec une attention particulière portée à leur application dans divers secteurs industriels. Des travaux dirigés permettront d'approfondir l'analyse critique de résultats d'ACV existants et de comparer l'empreinte environnementale de deux produits. Les participants seront également initiés aux fondements théoriques et réglementaires liés aux bilans d'émissions de gaz à effet de serre (BEGES) et réaliseront un exercice de modélisation complète d'un BEGES, étape par étape (définition des périmètres, calcul des postes d'émissions via un outil simplifié et proposition d'un plan de transition).

Le cours sera animé par une équipe d'enseignants-chercheurs de l'ESPCI Paris – PSL spécialisés dans l'évaluation environnementale, en collaboration avec des intervenants extérieurs experts de l'ACV dans le monde industriel. Cette complémentarité garantira un regard à la fois opérationnel et orienté vers les enjeux actuels de durabilité.

## À L'ISSUE DE CE MODULE, LES PARTICIPANTS SERONT CAPABLES DE :

- **Maîtriser les fondements scientifiques et les cadres normatifs qui régissent l'ACV.**
- **Identifier les différentes étapes de la réalisation d'une ACV**, depuis la définition du périmètre jusqu'à l'interprétation des résultats.
- **Apprendre à analyser et interpréter ces résultats** afin de guider des choix techniques ou stratégiques, en intégrant notamment la question des incertitudes et des limites méthodologiques.
- **Inscrire l'ACV dans une démarche plus globale d'éco-conception, de réduction des impacts environnementaux ou d'optimisation de procédés.**
- **Modéliser un bilan carbone.**

## MODULE 1

# PROCÉDÉS INDUSTRIELS

du 13 au 24 octobre 2025

Ce cours a pour objectif d'enseigner les étapes nécessaires à la maîtrise des procédés de transformation de la matière, avec ou sans réactions chimiques. Il couvre le fonctionnement des réacteurs et des dispositifs en aval (distillation, extraction) pour purifier les produits, qu'ils fonctionnent en continu ou en discontinu. L'accent est mis sur la compréhension des transferts locaux (mécanique des fluides, transferts d'énergie et de matière) dans les milieux monophasiques et diphasiques. L'efficacité des cycles thermodynamiques sera discutée dans le cadre des modèles de Curzon-Ahlborn, Novikov, Chambadal.

Les étudiants utiliseront des logiciels en travaux pratiques pour optimiser ces transferts et simuler le procédé à partir de systèmes d'équations complexes, tout en apprenant à éviter une

utilisation superficielle de ces outils. Les informations recueillies permettront d'évaluer les coûts d'exploitation, de dimensionner les équipements (tels que les réacteurs ou les colonnes de distillation) et d'estimer les besoins d'investissement.

## À L'ISSUE DE CE MODULE, LES PARTICIPANTS SERONT CAPABLES DE :

- Maîtriser les **bilans de matière et d'énergie**
- Utiliser les **logiciels industriels classiques pour modéliser un procédé**
- Estimer les **besoins d'investissement** d'un procédé
- Créer de la valeur ajoutée, **respecter les réglementations environnementales et optimiser l'efficacité énergétique** d'un procédé industriel
- Utiliser le **vocabulaire anglais technique** associé

## MODULE 2

# IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET ANALYSE DU CYCLE DE VIE

du 10 au 21 novembre 2025

Ce cours vise à enseigner aux professionnels les différents impacts environnementaux causés par les activités humaines et la méthodologie pour les évaluer quantitativement. En introduisant le concept de base de la signification des différentes catégories d'impact environnemental, il explore les moyens de mesurer les impacts environnementaux des produits et des processus sur l'ensemble de leur cycle de vie. Il identifie les principaux impacts environnementaux et les aspects réglementaires liés aux activités humaines, présente la méthodologie et les logiciels d'analyse du cycle de vie (ACV) et comment travailler sur des bases de données, ou créer des bases de données. Ce cours permet également de définir le cadre d'une ACV et de délimiter son domaine d'étude, tout en explorant des exemples d'entreprises et des résultats d'études d'évaluation mesurant l'impact environnemental de différents produits et processus. Il applique l'ACV à une modélisation simple et compare l'impact environnemental d'un produit avec d'autres solutions. Un retour d'expérience sera présenté pour montrer

comment il est possible de piloter les projets recherches et développement en y apportant des critiques environnementales positives lors de leur élaboration.

Il présentera aussi les différents usages de l'ACV, dont la communication d'impacts environnementaux (focus sur les déclarations environnementales de type III EPD) en tant qu'outil d'éco-innovation pour les entreprises, et en tant qu'outil de conformité réglementaire : obligation de fourniture de résultats d'ACV ; normes et référentiels sur l'ACV et réglementations qui intègrent une composante ACV, qu'elles soient en vigueur ou à venir ; normes ISO et EN sur l'ACV, normes sur les déclarations environnementales de type III, règles des EPD program operators, PCR, cPCR, réglementations sur les allégations environnementales, RE2020, Construction Product Regulation, Ecodesign for Sustainable Products Regulation.

## À L'ISSUE DE CE MODULE, LES PARTICIPANTS SERONT CAPABLES DE :

- Lire des analyses de cycle de vie.
- Connaître la démarche liée à l'analyse de cycle de vie environnementale et comment l'utiliser lors de la mise en place de projet. Ils seront également familiarisés **aux normes**. Un travail dirigé sera effectué pour une première prise en main d'un logiciel ACV. **Une formation « expert » nécessite de compléter ce cours avec le « module expert ».**

## MODULE 3

# RETOUR D'EXPÉRIENCE DES INDUSTRIELS SUR LES ANALYSES DE CYCLE DE VIE

du 13 au 24 octobre et du 10 au 21 novembre 2025

Ce cours permet aux étudiants de comprendre les principes fondamentaux de l'ACV, une méthode d'évaluation de l'impact environnemental des produits. Des industriels partageront leurs expériences concrètes sur l'ACV, expliquant les défis et méthodologies utilisés, ainsi que les résultats obtenus en termes de réduction d'impact et d'optimisation des processus. Les étudiants analyseront des études de cas réels pour percevoir les bénéfices et limites de l'ACV et son rôle dans la prise de décision en entreprise.

Le cours soulignera également l'importance de l'ACV dans les stratégies de durabilité et de décarbonation, tout en encourageant la réflexion sur l'amélioration des méthodologies pour intégrer les dimensions sociales et économiques. Des discussions avec les industriels permettront de mieux comprendre les attentes de l'industrie et les enjeux de la recherche en ACV, comme le carbone

biogénique. Différents domaines industriels seront abordés : la chimie, les matériaux, la construction, l'architecture, l'énergie, l'informatique, l'intelligence artificielle.

Enfin, des spécialistes de l'ACV (Ecovamed et Projet Celsius) viendront expliquer les procédures de certification d'un ACV. Toutes ces conférences permettront aux étudiants de faire grandir leur réseau professionnel.

## À L'ISSUE DE CE MODULE, LES PARTICIPANTS SERONT CAPABLES DE :

- Analyser le rôle d'un ACV dans l'industrie
- Comprendre qu'un ACV est nécessaire avant de lancer un projet de recherches de grande ampleur
- Comprendre les limites de l'approche ACV
- Appliquer les techniques de l'ACV à des domaines divers
- Utiliser le vocabulaire anglais associé

## MODULE 4

## EXPERT / PROJET TUTORÉ D'ANALYSE DE CYCLE DE VIE

*du 24 novembre au 12 décembre puis du 5 janvier au 27 février 2025, format hybride (présentiel/en ligne)*

Cet enseignement a pour objectif de plonger les élèves dans un environnement de travail collaboratif en « mode projet », afin de leur transmettre les méthodes et les comportements nécessaires au management de projet. Le travail est structuré en groupes de deux ou trois étudiants, sur une période de semestre (septembre-janvier), avec une journée de travail hebdomadaire. Le projet porte sur une Analyse du Cycle de Vie (ACV) et traite de problématiques réelles proposées par des laboratoires de recherches et des partenaires institutionnels. Ces problématiques couvrent des enjeux variés, tant technologiques que sociaux, sociétaux et environnementaux. Chaque groupe bénéficie

du soutien de tuteurs industriels, professionnels, enseignants-chercheurs de l'école, et les élèves endossent successivement le rôle de chef de projet.

Les étudiants devront, à partir du sujet donné, définir le domaine d'étude, installer une plateforme ACV sur leurs ordinateurs, réaliser l'étude, la commenter, la critiquer, préciser et commenter la certitude des estimations.



### À L'ISSUE DE CE MODULE, LES PARTICIPANTS SERONT CAPABLES DE :

- **Développer dans leur entreprise des analyses de cycle de vie**, d'en donner les limites et d'estimer des plages d'incertitude.
- **Former des collaborateurs** à des analyses de cycle de vie.
- **Proposer des trajectoires bas carbone** et projeter leur entreprise dans un monde durable.

■ Langue : Anglais

**MODULE 0****Sensibilisation à l'ACV environnemental**

■ 2 jours + 1 jour

ACV ;  
Bilan carbone ;  
Projet personnel

**MODULE 1****Procédés industriels**

■ 30h

Thermodynamique ;  
Bilan matière et énergie ;  
Diagramme de flux ;  
Modélisation des procédés ;  
Simulation des procédés

**MODULE 2****Impact environnemental et analyse du cycle de vie**

■ 33h

Impact environnemental ;  
Pensée cycle de vie ;  
Logiciels ACV ;  
Modélisation ACV ;  
Durabilité

**MODULE 3****Retour d'expérience des industriels sur les ACV**

■ 33h

Étude de cas ; Prise de décision ;  
ACV ;  
Optimisation des procédés

**MODULE 4****Expert / Projet tutoré d'analyse de cycle de vie**

■ 98h

Gestion de projet ;  
Travail en groupe ;  
Modélisation ACV ;  
Logiciels ACV

**Dauphine** | PSL   
UNIVERSITÉ PARIS



ParisTech

| PSL 

## ADMISSION

■ **Le module « Sensibilisation à l'ACV »** s'adresse aux techniciens expérimentés, aux ingénieurs, chefs de projet et cadres qui cherchent à se familiariser avec les analyses du cycle de vie ainsi qu'à la réalisation d'un bilan carbone, savoir les lire et les interpréter.

■ **Le module « Procédés industriels »** s'adresse aux techniciens expérimentés, ingénieurs et cadres, en leur offrant les outils nécessaires pour analyser et optimiser l'efficacité des procédés industriels. Il requiert des connaissances de base en thermodynamique et en chimie, niveau Licence 1 et 2, pour une compréhension approfondie.

■ **Le module « Impact environnemental et analyse du cycle de vie »** s'adresse aux techniciens expérimentés, ingénieurs et cadres, en leur offrant les outils nécessaires pour analyser et optimiser l'efficacité des procédés industriels. Il requiert des connaissances de base en thermodynamique et en chimie, niveau Licence 1 et 2, pour une compréhension approfondie.

■ **Le module « Retour d'expérience des industriels sur les analyses de cycle de vie »** est une introduction complète à l'Analyse du Cycle de Vie (ACV), permettant une prise en main des outils et des méthodes essentielles. Il s'adresse à tous les cadres, ingénieurs et techniciens souhaitant acquérir des compétences pour évaluer les impacts environnementaux de leurs projets.

■ **Le module « Expert »** est la mise en pratique des cours précédents. Il permet de mettre en action le module « Initiation à l'Analyse de cycle de vie environnementale » et nécessite de l'avoir suivi. Il s'adresse à tous les cadres, ingénieurs et techniciens souhaitant acquérir des compétences pour évaluer les impacts environnementaux de leurs projets et réaliser leur propre ACV.



[contact-fc@espci.fr](mailto:contact-fc@espci.fr)

## COÛT

Notre programme de formation continue est structuré en 4 modules, conçus pour offrir une montée en compétences progressive, approfondie et directement applicable dans votre environnement professionnel.

■ Module 0 « Sensibilisation à l'ACV » : 2 000 €

1 journée sur un projet personnel (à partir de 3 personnes par entreprise) : 1 000 €

■ Module 1 « Procédés industriels » : 5 000 €

■ Module 2 « Impact environnemental et analyse du cycle de vie » : 5 000 €


■ Module 3 « Retour d'expérience des industriels sur les analyses de cycle de vie » : 5 000 €

■ Module 4 « Expert / Projet tutoré d'analyse de cycle de vie » : 7 000 €

Chaque module peut être suivi indépendamment selon les besoins. Afin de compléter leur formation au mieux, les participants peuvent donc choisir de suivre les modules 1, 2, 3 et 4 pour un total de 20 000 €, plusieurs modules de leur choix (montant variable en fonction du nombre de module), ou un seul module pour un total de 2 000 - 3 000 €, 5 000 € ou 7 000 € en fonction du module.

**Les formations dispensées par la formation continue ACTION donneront lieu à un certificat de l'ESPCI Paris – PSL.**

ESPCI  PARIS | PSL 

 10 rue Vauquelin, 75 005 Paris

 [contact-fc@espci.fr](mailto:contact-fc@espci.fr)



PSL   
UNIVERSITÉ PARIS

