



# CATALOGUE FORMATION CONTINUE



CREATEUR DE NOUVELLES MOBILITES



# VERS UN NOUVEAU MONDE...

Les enjeux énergétiques et environnementaux prennent une importance sociétale et économique majeure et le secteur des transports fait l'objet de toutes les attentions. Certains choix sont remis en cause obligeant à explorer de nouvelles pistes : batteries, hydrogène, matériaux stratégiques, intermodalité, IA et autonomies.

Dès à présent, comment pourrions-nous envisager de nous déplacer individuellement, à moindre coût, sans trop polluer ou culpabiliser ?

L'ESTACA mobilise son expertise pour accompagner les entreprises qui ont fait le choix de réorienter leur activité.

2035 sonnera la fin du moteur thermique, c'est la raison pour laquelle nous vous proposons une offre complète de modules sur l'électrification du véhicule, la gestion thermique des batteries, la chaîne de traction... jusqu'à un niveau avancé en matière d'électronique de puissance.

Par ailleurs, pour répondre aux priorités du plan de relance de la filière automobile, notamment avec un plan d'investissement de 7,2 milliards d'euros sur l'hydrogène, la France a fait le choix de ce vecteur d'énergie. Là encore, l'ESTACA est l'un des rares organismes à vous proposer une offre de formations technique et scientifique, permettant à tous les acteurs du transport de mieux se positionner sur cette voie de développement économique et de créer et de sauvegarder des emplois. Nous avons su faire évoluer notre offre sur l'hydrogène, pour la rendre transverse à tous les domaines du transport (avion, train décarbonés).

Toujours en prise avec l'actualité et pour mieux appréhender la transition écologique, l'ESTACA vous propose parmi ses nouveaux produits : le calcul du bilan carbone, l'économie circulaire ou l'analyse du cycle de vie (ACV)...

Nous vous proposons de créer votre propre parcours de formation, composé de modules, qui vous permettra de mobiliser votre Compte Personnel Formation (CPF) pour en assurer le financement et obtenir une certification reconnue.

Notre catalogue, avec plus de 120 produits, est loin de représenter l'ensemble de nos savoir-faire technique et scientifique. Plus de 60 % de notre chiffre d'affaires est réalisé grâce à des formations sur mesure. Elles sont dispensées en présentiel ou à distance, en français ou en anglais.

N'hésitez pas à nous contacter pour demander conseil ou à vous connecter régulièrement sur notre nouveau site internet plus fonctionnel qui intégrera au fil des mois de nouveaux produits.

Installée sur le plateau de Saclay à Saint-Quentin-en-Yvelines et à Laval, l'ESTACA offre aux stagiaires un cadre de formation de grande qualité au côté de ses partenaires académiques et industriels.



**Jean-Michel DUREPAIRE,**  
Directeur de l'ESTACA

# SOMMAIRE

L'offre formation continue ESTACA

Validation des acquis de l'expérience (VAE)

Niveaux de stages et création de cursus de formation

De nouveaux produits innovants

[Formations « Transports Guidés »](#)

[Formations « Automobile »](#)

[Formations « Aéronautique »](#)

[Formations « Innovation et Processus »](#)

Conditions générales de vente

# L'OFFRE FORMATION CONTINUE ESTACA

## FORMATIONS INTER - ENTREPRISES

**Ces formations, de un à cinq jours, sont axées sur les compétences métier ou les méthodes et techniques associées.**

Elles s'adressent à des professionnels qui souhaitent faire face rapidement aux besoins générés par les évolutions de leur métier ou la stratégie de leur entreprise.

Elles se déroulent dans les locaux ESTACA à Saint-Quentin-en-Yvelines.

Ces formations vous sont proposées à dates fixes. Toutefois, nous recueillons tout au long de l'année les demandes isolées et, dès qu'un nombre suffisant de participants est atteint, une session inter-entreprise supplémentaire est programmée.

## FORMATIONS INTRA - ENTREPRISE

**Les formations « à la carte » ESTACA**

Les possibilités de réalisation sont multiples :

- Reproduction à l'identique d'un stage du catalogue ;
- Déclinaison d'un stage du catalogue ou de plusieurs stages combinés ;
- Création d'un stage sur mesure.

**L'ingénierie pédagogique de ces formations est réalisée en interne, en concertation avec vos équipes et nos experts techniques.**

Nous créons aussi à la demande des packages de parcours d'intégration dans l'entreprise.

L'évaluation reste une question sensible. L'ESTACA peut vous accompagner, à votre demande, pour définir en amont, conjointement, des critères pertinents, gages que les objectifs de la formation aient bien été atteints.

## LES MASTÈRES SPÉCIALISÉS® ESTACA

**ESTACA a créé des Mastères Spécialisés® dans ses domaines d'expertise : automobile, ferroviaire, aéronautique**

Le Mastère Spécialisé® est un diplôme d'établissement labellisé par la Conférence des Grandes Ecoles (CGE). Il est destiné principalement à des diplômés de 3<sup>ème</sup> cycle (ingénieur, master, IEP, écoles de la fonction publique...) ou à des diplômés licence / maîtrise expérimentés.

Ces Mastères Spécialisés® peuvent être suivis en continu (un semestre académique, puis un semestre de thèse en entreprise ou en laboratoire) ou en alternance, et donnera lieu à la délivrance du diplôme « Mastères Spécialisés® ».

Chaque module du Mastère Spécialisé® étant hebdomadaire, il est possible de les suivre de façon indépendante pour acquérir une compétence spécifique. L'ensemble de la formation est assuré par des professionnels et des enseignants-chercheurs assurant ainsi le haut niveau de formation.

Ces Mastères Spécialisés® peuvent également être organisés « à la carte », par exemple avec une semaine par mois de cours, le reste du temps étant consacré à l'activité professionnelle des stagiaires. A l'issue du cursus et de la soutenance, le diplôme ESTACA est délivré si tous les éléments d'évaluation sont validés.



## NOS ENGAGEMENTS

**Accueil :** Florence Leloir est votre interlocutrice unique pour toutes les questions administratives (financement, documents contractuels) et logistiques (moyens d'accès, horaires...) Nous vous accueillons dès le début du stage pour vous remettre les supports de cours et le matériel pédagogique. Une présentation du déroulement de votre formation ainsi que des intervenants vous est également faite à ce moment.

**Qualité pédagogique :** Les échanges d'expériences entre participants et intervenants sont favorisés lors des pauses café et des déjeuners. Nos formations sont toutes animées par des professionnels reconnus ou des enseignants-chercheurs, qui interviennent dans leur domaine d'expertise. Selon les thématiques, des démonstrations, des études de cas et des travaux pratiques mettent en application les concepts enseignés. Un QCM est systématiquement fait en fin de session, avec une correction faite en salle, avec le formateur. Si cela fait surgir une interrogation, le formateur est encore dans la salle, disponible, pour apporter les compléments de précisions si nécessaire.

**Ainsi nous nous assurons que les messages sont bien passés.**

**Satisfaction :** A la fin de la formation, un tour de table est organisé afin de recueillir les avis et commentaires des participants sur la formation qu'ils viennent de suivre. Nous analysons et consolidons ces évaluations dans le cadre de notre processus d'amélioration continue.

## VOS INTERLOCUTEURS



**Sylvain ZLIZI**  
Responsable formation continue  
+33 1 76 52 11 56 - +33 6 42 59 95 43  
sylvain.zlizi@estaca.fr



**Florence LELOIR**  
Inscriptions, organisation, administration  
+33 1 76 52 11 39  
florence.leloir@estaca.fr

**POUR VOUS INSCRIRE :**  
[www.formation-continue.estaca.fr](http://www.formation-continue.estaca.fr)

# VALIDATION DES ACQUIS DE L'EXPÉRIENCE (VAE)

## QU'EST-CE QUE LA VAE ?

C'est un dispositif d'accompagnement qui vous permet de faire valider les acquis tirés de votre expérience en vue d'obtenir tout ou partie d'un diplôme. **L'obtention du diplôme n'est pas automatique, elle passe par un processus défini**, dans le cadre de la loi, par chaque établissement d'enseignement supérieur.

## QUE VALIDE-T-ON ?

Des compétences issues de votre expérience personnelle et professionnelle. Ces compétences et capacités peuvent justifier l'obtention de tout ou partie du diplôme ESTACA visé.

## POUR QUEL TYPE DE DIPLÔME ?

Vous pouvez obtenir tout diplôme ou Titre à finalité professionnelle (Certificats de qualification professionnelle CQP, Mastères Spécialisés®...) sous réserve que ces derniers soient inscrits au RNCP (Répertoire National des Certifications Professionnelles) voir le site : <http://www.rncp.cncp.gouv.fr>

## UNE DÉMARCHE VAE EN 6 ÉTAPES

**1**  
Une phase d'information, constituée d'un entretien préalable avec le candidat

**2**  
Le dossier de demande de VAE




**3**  
L'avis de recevabilité

**4**  
Le dossier de preuves

**5**  
La soutenance et avis de la commission VAE

**6**  
La décision du jury de diplôme qui se prononce sur une validation totale, une validation partielle (validation de certains blocs de compétences constituant le diplôme) ou un refus de validation

# NIVEAUX DE STAGES ET CRÉATION DE CURSUS DE FORMATION

NIVEAUX			
	 FONDAMENTAUX NIVEAU 1 NIVEAU 2	 FONDAMENTAUX NIVEAU 1 NIVEAU 2	 FONDAMENTAUX NIVEAU 1 NIVEAU 2
PUBLIC CONCERNÉ	Tout public, technique comme support, commercial, tertiaire etc...	Ingénieurs, techniciens	Ingénieurs, techniciens
PRÉ REQUIS	Aucun	Connaissances générale, technique et technologique du milieu	Expérience et connaissance du métier
OBJECTIF	<b>S'initier</b> à une thématique ou un concept	<b>Acquérir</b> la vision globale d'un métier, tout en comprenant les enjeux	<b>Acquérir</b> une expertise dans un domaine ciblé

Ces trois niveaux de stage sont conçus pour s'articuler entre eux. Ils permettent de créer des cursus de professionnalisation à la carte et cohérents, pouvant éventuellement mener à une certification

# DE NOUVEAUX PRODUITS INNOVANTS

## EN LIEN AVEC LA RÉVOLUTION NUMÉRIQUE OPÉRÉE DANS LE SECTEUR AUTOMOBILE

Construire un véhicule toujours plus propre, plus intelligent, plus sûr nécessite d'intégrer de nouvelles compétences. Face à ces nouveaux défis industriels, la compétition entre les constructeurs, équipementiers et des nouveaux entrants sur le marché automobile est lancée. Il s'agit rapidement d'acquérir ces nouvelles compétences, qui permettront de sauvegarder un avantage concurrentiel.

A la demande des entreprises du secteur, l'ESTACA se doit de proposer une nouvelle offre de formation, pour accompagner cette transformation en profondeur des métiers de la filière. Dans la nouvelle édition du catalogue, vous trouverez des nouveaux produits de formation courts de 1 à 3 jours.

**Thématiques abordées :** Le Big-Data, l'Internet des Objets (IoT), le Machine Learning, l'optimisation de l'aide à la décision dans les systèmes complexes...

### UN NOUVEAU TITRE D'INGÉNIEUR EN FORMATION CONTINUE POUR LES SALARIÉS

L'ESTACA a ouvert une nouvelle formation d'ingénieur intitulée « Véhicules, Systèmes Autonomes et Connectés ». Ce nouveau Titre validé et reconnu par la Commission des certifications professionnelles entend

apporter une formation de haut niveau. Il s'agit de former les futurs ingénieurs amenés à construire le « véhicule de demain ».

A la demande de l'ensemble des acteurs de la filière et de la Plateforme Française de l'Automobile (PFA), l'ESTACA a créé un cursus sur 3 ans, accessible aux salariés en formation continue par le biais de l'alternance.

**Le but :** Au-delà des compétences socles, propres à une formation d'ingénieur en automobile classique, il s'agit de former des personnes qui seront en mesure d'évoluer dans un secteur fortement impacté par les nouvelles technologies du numérique.

Nous vous formons aux nouveaux emplois émergents tels que : Ingénieur système, Chef de projet IT, expert Big Data, ingénieur en Intelligence artificielle, Expert en marketing data... autant d'opportunités de carrière dans un secteur en pleine mutation.

Les contenus de ce nouveau Titre d'ingénieur ont été définis et co-construits avec les grands donneurs d'ordre du secteur automobile, gage de sérieux et de qualité sur les résultats attendus en terme d'insertion professionnelle. En outre, le nouveau Titre d'ingénieur ESTACA a déjà fait l'objet de plusieurs labellisations de la part des acteurs institutionnels de l'Auto (PFA, ID4Mobility).

**N'attendez pas, soyez curieux, renseignez-vous auprès du service formation continue de l'ESTACA.**

## ILS NOUS FONT CONFIANCE



## NOS PARTENAIRES ACADÉMIQUES





# TRANSPORTS GUIDES





## LES FONDAMENTAUX

# DESIGN D'UN NOUVEAU SERVICE DE MOBILITÉ (TRAMWAYS, BHNS, PARKINGS-RELAIS, VÉHICULES AUTONOMES PARTAGÉS...)

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux Ingénieurs et techniciens dans les services de transport et de mobilité (directions techniques, bureaux d'études...), élus de collectivités territoriales, acteurs des autorités organisatrices de mobilité durable, gestionnaire de services de mobilité.

**Objectifs pédagogiques :** Cette formation permet de découvrir le travail à accomplir pour réaliser le « design » d'un nouveau service de mobilité, qu'il s'agisse d'un service traditionnel (ex : ligne de métro, de tramway ou de bus) ou d'un service innovant (ex : véhicules autonomes partagés). La formation s'appuiera sur l'exemple du plateau de Saclay, avec l'ouverture annoncée de la ligne 18 du métro du Grand Paris Express et la recherche des meilleures solutions de rabattement des voyageurs sur cette ligne. Il s'agit de voir comment on passe des besoins individuels de mobilité au dimensionnement d'un service de transport. La question du transfert modal Véhicule Personnel vers le Transport en Commun (VP ->TC) sera un des fils directeurs de la formation.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou distanciel

### INTERVENANTS

**Guy BOURGEOIS**  
Consultant Recherche &  
Transport. Ancien Directeur  
Général de l'INRETS. Ancien  
Directeur de la Stratégie de la  
Recherche et des Partenariats  
à la RATP.

**Bertrand BARBEDETTE**  
Enseignant chercheur en  
mécatronique à l'ESTACA.

Le « design » d'un nouveau service de mobilité va mobiliser des outils de modélisation et de simulation, qui doivent aider à se projeter dans le futur. La formation montrera les différentes étapes de la construction d'un outil de simulation et présentera un état de l'art des outils actuellement disponibles.

### A l'issue de la formation, les participants seront capables de :

- Comprendre les arbitrages « coût-temps » qui expliquent les choix modaux,
- Comprendre les modèles économiques des différents services de mobilité (lignes TC, parkings-relais, véhicules autonomes partagés),
- Mesurer l'impact des politiques tarifaires (ex : « taxe carbone », gratuité des TC),
- Analyser les situations de concurrence et/ou de complémentarité entre les différents services de transport qui peuvent être proposés sur un territoire, notamment pour assurer les rabattements de fin et de début de parcours (problématique du dernier kilomètre).

## PROGRAMME

### Première journée centrée sur les choix individuels

- Introduction générale : la mobilité, pourquoi ? Comment ? Quelles évolutions ?
- Etape 1 : analyse d'un déplacement, de ses coûts monétaires et de sa décomposition en temps.
- Etape 2 : l'arbitrage « coût-temps » dans le choix modal
- Etape 3 : la modélisation du choix modal
- Etape 4 : le zonage et le calculateur d'itinéraires, outils de base de la modélisation
- Etat de l'art des outils de modélisation et présentation du schéma conceptuel du modèle OPTIREL

### Deuxième journée centrée sur les services de transport et leurs modèles économiques

- Etape 5 : le casse-tête des matrices OD : les données nécessaires et leur collecte
- Etape 6 : les lignes de transport public : « serpents de charge » et modèle économique
- Etape 7 : les parkings-relais et la théorie du péage
- Etape 8 : une vision prospective des véhicules autonomes
- Conclusion : bilans économiques d'ensemble, concurrence et complémentarité des services de transport.

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques des concepts et des outils. Etudes de cas avec l'utilisation interactive du logiciel OPTIREL (Optimisation des Réseaux Locaux de Transport).

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



## LES FONDAMENTAUX

# FONDAMENTAUX DU TRANSPORT FERROVIAIRE ET GUIDÉ : TECHNOLOGIE, CONTEXTE, RÉGLEMENTATION

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances générales sur les transports collectifs : jeunes ingénieurs ou techniciens récemment embauchés dans ce secteur qui désirent compléter leur processus d'intégration dans l'entreprise.

**Objectifs pédagogiques :** A partir des grands principes et des contraintes, le système de transport guidé et ferroviaire se construit. Les sous-systèmes apparaissent, leurs paramètres essentiels sont identifiés et quantifiés.

A l'issue de la formation le stagiaire a une vue générale sur les systèmes de transport et les réglementations qui s'y appliquent, ce qui lui permettra de distinguer et d'apprécier leurs composantes et leur développement en France, en Europe et dans le Monde.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
4 jours (28 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78)

### INTERVENANTS

#### **Bernard LEROUGE**

Ancien directeur technique chez Alstom Transport. Expert technique ferroviaire auprès de la Commission Européenne, des tribunaux de Paris, Marseille, Colmar et Strasbourg de la gendarmerie de Bourg-en-Bresse et du Service d'Accréditation Suisse.

#### **Bernard DUMAS**

Ancien référent Réglementation France et Union Européenne chez Alstom Transport et représentant UNIFE (Union des Industries Ferroviaires Européennes) dans différents groupes de travail de l'Agence Ferroviaire Européenne. Actuellement conseiller technique de l'Association Française des Détenteurs de Wagons (AFWP). Expert technique auprès des tribunaux de grande instance de Paris et de Marseille.

### PROGRAMME

#### **Les principes de base, l'originalité du système**

- Le guidage : le pourquoi, le comment, les conséquences
- Ce qui se passe dans les courbes
- Le gabarit
- L'équation du mouvement et les efforts
- L'adhérence
- La caractéristique effort-vitesse

#### **L'infrastructure**

- Les constituants principaux
- Le tracé
- La résistance mécanique
- Les caractéristiques géométriques
- Synthèse des paramètres dimensionnant

#### **La signalisation**

- La sécurité et les fonctions de la signalisation
- Les principes
- Les solutions
- Synthèse des paramètres dimensionnant

#### **L'alimentation en énergie**

- Les sources d'énergie
- La traction autonome
- La traction électrique (les différents types, les sous-stations, la caténaire, le captage)
- La traction hybride et les nouvelles solutions
- Synthèse des paramètres dimensionnant

#### **Le matériel roulant**

- Le transport de voyageurs ou de fret
- Les différents types de matériel, moteur ou remorqué
- Les critères dimensionnels, de masse, de résistance mécanique
- Les équipements de traction et de freinage, les performances, le rendement
- Synthèse des paramètres dimensionnant

#### **Les autres sous-systèmes : télématique, exploitation, maintenance**

- La gestion du trafic
- La télématique au service des clients
- La maintenance

#### **Les avantages et les inconvénients**

- L'économie d'énergie
- L'économie d'espace
- Le respect de l'environnement
- Le service et la sécurité
- La flexibilité et la complémentarité

#### **Les succès et les grandes réalisations**

- Le développement du réseau français
- Franchir les obstacles pour réunir les hommes
- La traversée du Saint-Gothard, hier et aujourd'hui
- Le tunnel sous la Manche

Les règles : leur nécessité et leur évolution

- La nécessité de règles pour la sécurité et l'interopérabilité
- Le chemin de fer jusque 1995
- 1995 : le début des réformes ferroviaires en France et en Europe
- Les évolutions récentes
- Aujourd'hui et demain

#### **Les acteurs du monde ferroviaire**

- Gérants d'infrastructure et exploitants
- Constructeurs et équipementiers

#### **Le monde du transport urbain et son évolution réglementaire**

- Evolutions dans un contexte européen et mondial
- Evolutions observées dans les jeux d'acteurs
- La différenciation des différents modes et leur impact sur l'exploitation

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Animation autour d'une présentation.  
Traitement d'exemples.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

POUR ALLER PLUS LOIN

L'ensemble des formations des chapitres « Les technologies et l'infrastructure » et « L'exploitation et la maintenance »



## LES FONDAMENTAUX

# LES FONDAMENTAUX DU SYSTÈME FERROVIAIRE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances sur le système de transport ferroviaire de marchandises : jeunes ingénieurs ou techniciens, gestionnaires d'infrastructure, entreprises ferroviaires, personnels des collectivités territoriales, institutionnels...

**Objectifs pédagogiques :** Le système de transport ferroviaire de marchandises est complexe, il comporte des acteurs ayant des rôles complémentaires : commissionnaires de transport, opérateurs de transport combiné, entreprises ferroviaires. Il est en interface avec les gestionnaires d'infrastructures. Il est organisé à la dimension internationale, et particulièrement européenne. La compréhension de l'ensemble du système est essentielle.

A l'issue de la formation le stagiaire sera en capacité de :

- Comprendre les enjeux du système de fret ferroviaire ;
- D'identifier les acteurs du système et leurs rôles ;
- Appréhender les modèles économiques des entreprises ferroviaires ;
- Identifier les leviers de développement du fret ferroviaire européen.

### DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Jean-Marc LONGEQUEUE**  
Ingénieur Centrale Paris, a  
exercé comme DG adjoint, puis  
Directeur Général de Fret  
SNCF de 2010 à 2018.

### PROGRAMME

- Le marché du transport ferroviaire de marchandises dans son contexte européen et mondial : L'environnement concurrentiel, les produits industriels, les produits de consommation
- Les modes de production ferroviaire
- Le contexte de transition écologique
- Le transport ferroviaire de marchandises : forces, faiblesses, risques et opportunités
- Les acteurs du système ferroviaire de marchandises et leurs produits : commissionnaires de transport, opérateurs de transport combiné, entreprises ferroviaires, loueurs de wagons et de locomotives, opérateurs de maintenance
- Les gestionnaires d'infrastructure
- L'importance des contextes de marché et d'environnement
- Les leviers de performance d'une entreprise ferroviaire
- Les différents modèles économiques et organisationnels d'entreprise ferroviaires. La tarification
- Éclairage sur le transport ferroviaire de marchandises en Amérique du Nord
- Les leviers de développement du transport ferroviaire en Europe

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Les outils d'apprentissage utilisés sont :

- Des présentations à partir de supports Powerpoint ;
- Des exercices de groupe.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



## LES FONDAMENTAUX

# LA MAÎTRISE DE LA SÉCURITÉ DANS LES SYSTÈMES DE TRANSPORT FERROVIAIRE ET GUIDÉ

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances générales sur la sécurité et la maîtrise des risques dans les transports collectifs : jeunes ingénieurs ou techniciens, gestionnaires d'infrastructure, entreprises ferroviaires, autorité organisatrice des transports, qui désirent compléter leur processus d'intégration dans l'entreprise.

**Objectifs pédagogiques :** Le système de transport ferroviaire est particulièrement complexe. Il exige une approche systémique de l'ensemble de ses constituants. Dans ce contexte la maîtrise des risques et de la sécurité est essentielle. A l'issue de la formation le stagiaire sera en mesure de maîtriser le contexte de la sécurité ferroviaire, leurs composantes, l'environnement réglementaire et leur développement en France, en Europe et dans le Monde. À partir de cas concrets et de l'analyse d'accidents marquants le stagiaire aura une vision globale des causes, des conséquences ainsi que les moyens de réduire les risques dans l'exploitation du transport guidé comme dans l'étude des projets d'infrastructures.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Olivier CAZIER**  
Ingénieur (centrale Paris).  
A travaillé chez Alstom  
(1981/1989), à la SNCF  
(1989/2017) et comme  
consultant indépendant  
(depuis 2017).  
A exercé diverses  
responsabilités notamment  
comme responsable de Bureau  
d'études régional, directeur de  
grands projets d'ingénierie, chef  
de département innovation,  
conseil pour de grands projets  
ferroviaires à l'étranger ( Maroc,  
Tunisie, Jordanie, Afrique du  
Sud). A travaillé aussi sur des  
sujets de sécurité comme  
conseil de l'EPSF ou d'EOQA  
travaillant pour le STRMTG.

## PROGRAMME

### Première journée : les fondamentaux

#### Chapitre 1 : Le système de transport ferroviaire : Un système complexe exigeant une approche systémique d'analyse des défaillances de ses constituants

- Qu'est-ce que la sécurité ferroviaire?
- Les principales démarches intellectuelles à adopter
- Le système ferroviaire : un système complexe
- Le contexte réglementaire actuel
- Le rôle et les responsabilités des acteurs en matière de maîtrise de la sécurité
- Les règles du jeu sur le RFN
- Les instances de pilotage de la sécurité

#### Chapitre 2 : Les notions de défaillance, de Fiabilité, de Maintenabilité, de Disponibilité et de Sécurité (FMDS)

- La sûreté de fonctionnement
- Les critères d'identification des risques
- Quelques fondamentaux méthodologiques de l'analyse des risques
- La notion d'occurrence et de gravité définie dans la NF EN 50126
- La méthode de l'Analyse Préliminaire des Risques (APR)
- Intégration de la méthode d'APR dans le cycle de développement d'un projet
- Deux exemples de l'APR dans l'étude de systèmes du matériel roulant

#### Chapitre 3 : La capitalisation des connaissances et des expériences

### Deuxième journée : Analyses sur la base de cas concrets

#### Chapitre 1 : Les accidents ferroviaires marquant en France et en Europe

- 03/08/1985 : Accident de Flaujac
- 31/08/1985 : Accident d'Argenton-sur-Creuse
- 17/10/1991 : Accident de Melun
- 07/11/1988 : Accident d'Ay
- 01/12/1993 : Accident de Saint-Leu-D'esserent
- 22/10/1895 : Accident de la gare Montparnasse
- 24/07/2013 : Accident de Saint-Jacques-de-Compostelle
- 03/06/1998 : Accident d'Eschede

#### Chapitre 2 : L'homme au cœur de la sécurité ferroviaire Prise en compte du facteur humain

#### Chapitre 3 : Les accidents ferroviaires – Étude du cas d'un déraillement sur voie de service

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Animation autour d'une présentation.  
Traitement d'exemples et retours d'expériences.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.





FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## LES FONDAMENTAUX

# LE MANAGEMENT DE PROJET DANS LE DOMAINE DES INFRASTRUCTURES FERROVIAIRES LE MANAGEMENT DES RISQUES ET DES OPPORTUNITÉS

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs des maîtres d'ouvrage, des Gestionnaires d'Infrastructures, des Collectivités Territoriales, des Ingénieries d'études, des Maîtres d'œuvre et des Entreprises ainsi qu'aux Assistants à maîtrise d'ouvrage des Collectivités ou des Conseillers externes des entreprises souhaitant approfondir ou diversifier leurs connaissances techniques et managériales.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît les différents concepts du management de projet, du management des risques et des opportunités et les principales capacités comportementales nécessaires à l'exercice d'une mission de management d'un projet d'infrastructure ferroviaire ou urbain.

### DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Olivier CAZIER

Ingénieur (centrale Paris).  
A travaillé chez Alstom  
(1981/1989), à la SNCF  
(1989/2017) et comme  
consultant indépendant  
(depuis 2017).  
A exercé diverses  
responsabilités notamment  
comme responsable de Bureau  
d'études régional, directeur de  
grands projets d'ingénierie, chef  
de département innovation,  
conseil pour de grands projets  
ferroviaires à l'étranger ( Maroc,  
Tunisie, Jordanie, Afrique du  
Sud). A travaillé aussi sur des  
sujets de sécurité comme  
conseil de l'EPSF ou d'EOQA  
travaillant pour le STRMTG.

### PROGRAMME

#### Le management de projet

- Présentation et concept « Projet »
- Quelques items majeurs du management de projet
- Les principaux acteurs de management de projet
- Les différentes missions de maîtrise d'œuvre
- Les autres missions de MOE
- Les capacités comportementales

#### Le management des risques et des opportunités

- Les fondamentaux
- Application pratique à un projet complexe : Le prolongement du RER E vers l'Ouest
- Transformer les connaissances individuelles en une connaissance collective – La capitalisation et le retour d'expérience

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Formation en salle avec projection de diaporamas sous Power Point, commentaires interactifs, retours d'expériences, études de cas.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



## LES FONDAMENTAUX

# IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU SYSTÈME FERROVIAIRE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs qui travaillent ou qui dans leurs domaines, veulent diminuer l'impact écologique. Les aspects techniques nécessaires pour comprendre les facteurs déterminants l'impact écologique seront bien expliqués.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire :

- Connaîtra tous les processus sur lesquels on peut travailler pour diminuer l'impact écologique du système ferroviaire ;
- Pourra déterminer les opportunités dans son organisation pour diminuer l'impact écologique de ces processus ;
- Pourra évaluer l'impact des différentes options pour diminuer l'impact écologique ;
- Pourra indiquer les autres parties à impliquer dans la démarche écologique.

### DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Hendrik BONNE

Chef de service de  
l'amélioration continue chez  
SNCB-Technics,  
Professeur à l'Université de  
Gand dans la technologie  
ferroviaire,  
Ancien chef de production de la  
maintenance long terme.

### PROGRAMME

#### Introduction :

- Les différents aspects de l'écologie: pas uniquement le CO<sub>2</sub> !
- La place du train dans les autres moyens de transport ;
- Le transport ferroviaire dans l'utilisation globale d'énergie ;
- Les objectifs politiques.

#### Aspects énergétiques du système ferroviaire:

- Chaîne énergétique, en commençant par l'énergie primaire ;
- Résistance du train ;
- Récupération d'énergie : les possibilités, les gains ;
- L'exploitation ferroviaire : les leviers opérationnels et commerciaux ;
- L'éco conception : dans le matériel roulant et dans l'infrastructure.

#### Comparaison des démarches internationales pour améliorer l'aspect environnemental dans le transport ferroviaire. Plusieurs cas d'études internationaux.

#### Les démarches dans une organisation pour commencer à implémenter une vision environnementale :

- La maîtrise de la végétation
- La recyclabilité
- L'impact foncier/écoulement des eaux/ biodiversité

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

- Présentation interactive avec retour d'expérience ;
- Exercices individuels et exercices en groupe ;
- Cas d'études internationaux.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## LES FONDAMENTAUX

# AÉRODYNAMIQUE FERROVIAIRE : FONDAMENTAUX, OUTILS DE SIMULATION ET MÉTHODES EXPÉRIMENTALES

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances générales sur l'aérodynamique ferroviaire, sur les méthodologies de résolution numérique et sur la mise en place d'essais expérimentaux : jeunes ingénieurs ou techniciens récemment embauchés dans ce secteur qui désirent compléter leur processus d'intégration dans l'entreprise.

**Objectifs pédagogiques :** Cette formation se décompose en trois modules d'une journée chacun. La première journée retrace l'histoire de l'aérodynamique ferroviaire en se focalisant sur les nombreuses problématiques apparues avec l'accroissement de la vitesse des trains. S'ensuit alors une discussion sur les enjeux actuels de la discipline. La seconde partie de la journée est consacrée à une introduction à la mécanique des fluides numérique et aux techniques de mesures expérimentales. Le deuxième module permet de présenter plus en détail les méthodologies de résolution numérique d'un écoulement. Les participants seront amenés à réaliser des simulations sur un cas concret : celui d'un train soumis à des vents traversiers. La dernière journée sera consacrée à l'étude expérimentale des cas simulés la veille. Pour cela les participants seront amenés à travailler par groupe sur différentes maquettes au sein d'une soufflerie de laboratoire. Cette journée sera également l'occasion d'aborder la complémentarité entre les méthodes numériques et expérimentales.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
3 jours (24 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) avec la possibilité  
de réaliser la première  
journée en distanciel

### INTERVENANTS

#### Antoine DURAND

Ancien étudiant de la filière ferroviaire à l'ESTACA et docteur en mécanique des fluides de l'Ecole Centrale de Nantes. A réalisé sa thèse sur la dispersion des polluants émis au freinage d'un train au sein du Centre d'Ingénierie du Matériel de SNCF.

#### Rémi GREGOIRE

Ancien expert aérodynamique SNCF et actuellement responsable du pôle d'expertise aérodynamique d'Alstom Transport. Ses travaux l'ont amené à réaliser et diriger de nombreuses études expérimentales portant sur l'aérodynamique externe de différents matériels ferroviaire (TGV, trains classiques, tramway).

## PROGRAMME

### Introduction à l'aérodynamique ferroviaire

- Histoire de la discipline.
- Etude des nombreux enjeux liés à l'aérodynamique d'un train (trainée, circulations en tunnel, vents traversiers, aéroacoustique, protection des voyageurs et du personnel, ...).

### Enjeux modernes

- Discussion ouverte sur les problématiques actuelles et les différents enjeux en lien avec l'aérodynamique ferroviaire.

### Introduction aux outils de simulation numérique

- Introduction à la turbulence.
- Aperçu des méthodes de calcul existantes.

### Introduction aux mesures expérimentales

- Comment dimensionner des essais expérimentaux.
- Les grandes méthodes d'essais.
- Les différentes techniques de mesure.

### Formation à l'utilisation des outils numériques

- Création de maquettes numériques
- Mise en place d'un maillage
- Mise au point d'une simulation et suivi d'un calcul
- Analyse des résultats

### Essais expérimentaux en soufflerie

- Présentation des essais
- Brainstorming sur la mise en place des mesures
- Préparation de la soufflerie
- Réalisation des mesures
- Analyse des résultats et débriefing

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Animation et échanges ouverts autour d'une présentation. Outils de simulation numérique (ANSYS Fluent, stations de calcul). Outils expérimentaux (soufflerie de laboratoire, maquettes et équipements de mesure).

## SUIVI ET ÉVALUATION

Les acquis seront validés en continu lors de la réalisation des simulations numériques et des essais expérimentaux.

### PRE REQUIS

Aucun pré-requis n'est indispensable mais des éléments de culture générale ferroviaire et de mécanique des fluides peuvent faciliter la compréhension des cours.



## LES FONDAMENTAUX

# ACOUSTIQUE FERROVIAIRE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs généralistes ou de formation universitaire équivalente, qui travaillent dans les domaines liés à l'acoustique ; aux ingénieurs en mécanique possédant des connaissances de base en acoustique environnementale. Des connaissances de base en vibro acoustique constituent un plus.

**Objectifs pédagogiques :**

- Acquérir une connaissance de base en acoustique ferroviaire, bruit en environnement et confort acoustique à bord ;
- Connaître les principales sources de bruit du système ferroviaire, comment les caractériser expérimentalement et numériquement ;
- Découvrir les solutions de réduction du bruit spécifiques au système ferroviaire ;
- Connaître la réglementation nationale et européenne concernant la maîtrise du bruit ferroviaire en environnement.

### DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78)

### INTERVENANTS

**Franck POISSON**

Docteur en acoustique. Il développe depuis plus de 20 ans son expertise sur le bruit du système ferroviaire. Il a utilisé ses compétences en traitement du signal pour caractériser les sources de bruit, s'est intéressé à la propagation du bruit en environnement et à travers la structure d'un train et aussi à la gêne des riverains et au confort des voyageurs. Il est l'auteur de 22 publications scientifiques, plus de 100 présentations en congrès et a encadré 8 étudiants en thèse. Il a développé cette expertise à la Direction Innovation & Recherche de SNCF, puis à l'Agence d'Essai Ferroviaire et aujourd'hui il est Administrateur du GIE Eurailtest, spécialiste des essais et de la mesure dans le domaine ferroviaire.

### PROGRAMME

#### Introduction

#### Sources de bruit ferroviaire

- les sources de bruit
- l'évolution des sources avec la vitesse
- le bruit de roulement
- le bruit d'origine aérodynamique
- le bruit des équipements
- les autres sources de bruit

#### Propagation

- la propagation du bruit à l'intérieur du train
- la propagation du bruit en milieu extérieur

#### Réduction du bruit

- la réduction au récepteur
- la réduction sur le chemin de propagation
- la réduction à la source
- la réduction du bruit à l'intérieur du train

#### Réglementation

- la réglementation européenne
- la réglementation à la source
- la réglementation au récepteur
- la réglementation du bruit à l'intérieur du train

#### Perspectives

- les prochaines évolutions du système ferroviaire et leurs conséquences acoustiques

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

- Présentation interactive avec retour d'expérience ;
- Exercices individuels ;
- Etudes de cas d'école.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.





# LE SYSTÈME TÉLÉPHÉRIQUE EN MODE TRANSPORT URBAIN DE VOYAGEURS

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs qui souhaitent développer leurs connaissances générales sur un système de téléphérique appliqué au transport urbain de voyageurs. Sur la base des projets actuellement en cours en France, cette formation permet également d'appréhender les forces et limites de ce mode de déplacement.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire a une bonne connaissance d'un système de transport par câble de type "téléphérique" appliqué au transport urbain de voyageurs. Ce mode de transport urbain de voyageurs, initialement à vocation touristique, est novateur en France. Son adaptation aux spécificités du transport urbain fait l'objet d'une réflexion, tant de la part des Autorités organisatrices des transports que des exploitants, sur les aspects exploitation, maintenance, sécurité de fonctionnement, réglementation et coût de possession.

### DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

### LIEU

En présentiel à Saint-Quentin-en-Yvelines (78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Jean-Bernard GRUEL,

Directeur de projet KEOLIS Conseil & Projets – 15 ans d'expérience en transport urbain.

Antérieurement Chef d'exploitation du métro automatique VAL de Lille, réalise une assistance à maîtrise d'ouvrage, sous les aspects exploitabilité, maintenabilité et sécurité de fonctionnement, auprès de Brest métropole et KEOLIS Brest pour la mise en service du tramway et le premier téléphérique urbain français.

Contribue à différents projets à l'international (métros d'Hyderabad – Inde et de Shanghai- Chine, Tramway de Waterloo – Canada).

Mise en service commercial du téléphérique urbain de Brest en novembre 2016.

Assistance à la Maîtrise d'ouvrage du téléphérique d'Orléans.

### PROGRAMME

#### Présentation générale des transports par câble

- Familles et caractéristiques des systèmes de transports par câble
- Performances et avantages comparés Tramway/BHNS/système de transport par câble
- Forces et limites des deux grandes familles de transport par câble
- Choix retenus pour les projets en cours de réalisation (Brest, Orléans, Toulouse, etc)

#### Le système téléphérique, nouveau mode de transport urbain de voyageurs

- Particularités d'un système de transport par câble en milieu urbain
- Contraintes de conception et d'exploitation associées à cet usage
- Le câble lui-même, un choix varié et complexe,
- Limites du système (en ligne droite, nb. de stations et fiabilité - disponibilité, vitesse, insertion milieu hyper urbanisé, débit, bruit, pas de maintenance, résistance au vent et à la chaleur, etc.)

#### La réglementation et ses évolutions

- Décret STPG
- Code du tourisme
- Problématique de la sécurité des travailleurs et du travail en hauteur

#### Application aux projets de Brest et d'Orléans

- Les différentes offres techniques proposées
- Solution Barthelet – téléphérique "saut-de-mouton"

#### Approche des coûts de possession

- Problématique des coûts d'exploitation et de maintenance
- Structure et optimisation des coûts
- Intégration ou non d'un système téléphérique dans un réseau urbain doté ou non d'un mode de transport guidé régi par le STRMTG

#### Conclusion – les projets en France – questions/réponses

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Support PWP, plans et film 3D du projet de Brest.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## LES TECHNOLOGIES ET L'INFRASTRUCTURE - TEC

# LE MATÉRIEL ROULANT FERROVIAIRE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs des entreprises ferroviaires qui souhaitent élargir leur champ de connaissance, et à ceux des collectivités territoriales amenées à préparer les décisions techniques portant sur les matériels roulants.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire reconnaît et utilise le vocabulaire technique propre à l'architecture véhicule, identifie les concepts majeurs des principaux éléments constitutifs avec leurs fonctionnalités, et applique les règles de dimensionnement des matériels roulants de toutes catégories. Il distingue les paramètres principaux régissant les fonctions et les performances d'un véhicule, identifie l'influence des choix d'architecture en termes de performances et de contraintes.

### DURÉE DE LA FORMATION

2 jours (14 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78)

### INTERVENANTS

#### Alain BONNET

Ancien Directeur Délégué  
Technique du Centre  
d'Ingénierie du Matériel SNCF  
du Mans.

#### Bernard LEROUGE

Ancien directeur technique  
chez Alstom Transport. Expert  
technique ferroviaire auprès  
de la Commission Européenne,  
des tribunaux de Paris,  
Marseille, Colmar et Strasbourg  
de la gendarmerie de  
Bourg-en-Bresse et du Service  
d'Accréditation Suisse.

### PROGRAMME

#### Rappel d'éléments fondamentaux de la technologie ferroviaire

- Le système ferroviaire et les paramètres dimensionnant de ses sous-systèmes
- La résistance à l'avancement
- L'adhérence roue-rail

#### Les grandes fonctions du matériel roulant : contraintes et dimensionnement

- Le cahier des charges et ses exigences : capacité, programme d'exploitation...
- Le freinage
- La tenue mécanique : structure de caisse, sécurité passive
- Le roulement et le guidage
- Le gabarit
- Les fonctions diverses
- La définition des performances
- La question des masses et du nombre d'essieux
- L'adaptation au transport de passagers ou de fret
- La caractéristique effort/vitesse
- La propulsion électrique, autonome, hybride
- Les critères FDMS et la maintenance
- L'architecture

#### Conclusion

- Les différents types de matériels roulants
- Exemples

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Animation autour d'une présentation. Traitement d'exemples.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

#### POUR ALLER PLUS LOIN

Les bogies et organes de roulement  
La propulsion ferroviaire  
Le freinage ferroviaire  
Gabarit des matériels roulants ferroviaires  
Dynamique ferroviaire, homologation numérique des véhicules  
Matériaux composites à matrice organique



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## LES TECHNOLOGIES ET L'INFRASTRUCTURE - TEC

# LE MATÉRIEL ROULANT FERROVIAIRE DE TYPE WAGON DE FRET : TECHNOLOGIE ET RÉGLEMENTATION

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs des détenteurs, ateliers de maintenance, bureau d'études qui souhaitent découvrir le matériel roulant de type wagon de fret et/ou approfondir leur connaissance de la technologie du wagon et de la réglementation associée, notamment dans le cadre de la réglementation européenne.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît les différents types de wagons, la technologie de conception d'un wagon (calcul résistance de structure, calcul de gabarit, calcul de freinage, etc...) et de démonstration de la sécurité. Le stagiaire a également un aperçu des rôles, responsabilités et interfaces relatifs aux principaux acteurs du fret ferroviaire, ainsi que du contexte réglementaire relatif aux certifications ECM et CE enrichi des principaux textes de référence, comme le RID, le CUU et le référentiel de maintenance VPI.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**François SUCHET**  
Ingénieur ESTACA, Consultant libéral dans la réalisation de missions de conseils et audits en qualité et sécurité spécialisé dans le matériel ferroviaire. Responsable d'audit qualifié ISO9001 v2008 et v2015 pour Bureau Veritas Certification.

### PROGRAMME

#### Présentation générale

- Définition du wagon de fret et les différents types de wagons
- La place du fret dans le système ferroviaire

#### Le contexte réglementaire

- La réglementation européenne : directives sécurité et interopérabilités, règlements ECM et CSM, STI Wagon de fret, STI Bruit
- Le CUU
- Le RID
- Les référentiels de maintenance

#### Technologie du wagon de fret

- Les parties infrastructures et superstructures
- La partie roulement : roues, essieux, essieux montés et bogies
- Le comportement dynamique
- Le freinage
- Le gabarit
- La structure du châssis et la sécurité passive
- La partie choc et traction
- Le marquage

#### La certification CE d'un wagon de fret

- Le dossier de conception
- Le dossier de fabrication et essais
- Les modules d'évaluation CE et la démarche de certification



### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Animation autour d'une présentation. Traitement d'exemples.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

POUR ALLER PLUS LOIN

L'ensemble des formations des chapitres « Les technologies et l'infrastructure » et « L'exploitation et la maintenance »



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## LES TECHNOLOGIES ET L'INFRASTRUCTURE - TEC

# LES BOGIES ET ORGANES DE ROULEMENT

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs travaillant chez les constructeurs, équipementiers et exploitants, qui projettent de développer leurs connaissances sur les systèmes de guidage et leur influence sur l'architecture physique des véhicules, ainsi que sur les paramètres essentiels qui conditionnent les principales performances. Il est nécessaire que les stagiaires aient une connaissance générale du système ferroviaire et des fonctions à remplir par le matériel roulant, ainsi que son architecture et ses différents constituants.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire aura la capacité de distinguer et d'apprécier les paramètres principaux, les contraintes d'intégration et les principales technologies :

- des systèmes de guidage, des roues et des bogies ;
- des liaisons internes au bogie et celles avec la caisse du véhicule ;
- des nombreuses fonctions autres fonctions liées au bogie.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
1 jour (7 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78)

### INTERVENANTS

**Alain BONNET**  
Ancien Directeur Délégué  
Technique du Centre  
d'Ingénierie du Matériel SNCF  
du Mans. Ancien Chef de  
département Bogie-frein.

### PROGRAMME

#### Les bogies

- Généralités – Disposition des essieux – Eléments constitutifs – Inscription en courbe
- Les essieux – Les roues – Les boîtes d'essieux – Les châssis de bogies
- Les matériels urbains – Les wagons

#### Les liaisons moteur-essieu

- Le réducteur – La fixation des moteurs de traction
- Les moteurs semi-suspendus – Les moteurs entièrement suspendus
- Cas du transport urbain

#### Les liaisons bogie-caisse

- Généralités – Le cabrage en traction
- Les barres de traction – La liaison par pivot
- Les matériels urbains

#### Autres équipements sur bogie

- Les équipements complémentaires sur l'essieu et sur le bogie
- Les autres équipements pneumatiques et hydrauliques

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Animation autour d'une présentation.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

PRE REQUIS

Le matériel roulant ferroviaire

POUR ALLER PLUS LOIN

Dynamique ferroviaire, homologation numérique des véhicules  
Matériaux composites à matrice organique





FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## LES TECHNOLOGIES ET L'INFRASTRUCTURE - TEC

# LA PROPULSION FERROVIAIRE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs qui souhaitent développer leurs connaissances sur les chaînes de traction et leur influence sur l'architecture physique des véhicules, ainsi que sur les paramètres essentiels qui conditionnent les principales performances.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire reconnaît et utilise le vocabulaire technique propre aux systèmes de propulsion, identifie les concepts majeurs des chaînes de traction, de leurs constituants principaux et de leurs équipements auxiliaires, ainsi que les contraintes d'intégration et les conséquences sur l'architecture du véhicule.

Il identifie et distingue les paramètres principaux régissant les performances, les effets sur l'environnement, la consommation d'énergie, et influant sur les choix d'architecture d'une chaîne de traction.

### DURÉE DE LA FORMATION

2 jours (14 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78)

### INTERVENANTS

#### Bernard LEROUGE

Ancien directeur technique chez Alstom Transport. Expert technique ferroviaire auprès de la Commission Européenne, des tribunaux de Paris, Marseille, Colmar et Strasbourg de la gendarmerie de Bourg-en-Bresse et du Service d'Accréditation Suisse.

### PROGRAMME

#### Rappels

- La courbe effort-vitesse
- L'alimentation en énergie
- Les différents modes de propulsion

#### Les moteurs de traction et leur alimentation

- Moteurs à courant continu – Moteurs triphasés synchrones et asynchrones
- Alimentation des moteurs – Interrupteurs et commutateurs
- Refroidissement

#### La traction électrique et la conversion d'énergie

- Introduction - Systèmes d'alimentation en énergie électrique (aérien, 3ème rail, sol)
- Retour de courant - Appareillage haute tension – Transformateurs, selfs, condensateurs
- Schéma général – Alimentation des auxiliaires

#### La traction autonome

- Introduction aux différentes motorisations et transmissions
- Moteurs diesel et auxiliaires
- Les transmissions de puissance : mécanique, hydraulique, électrique
- Entraînement des auxiliaires

#### Les systèmes hybrides et le futur

- Les systèmes hybrides
- Les nouvelles solutions

#### Calcul de performances

- Cas d'une automotrice : données générales
- Dimensionnement en traction

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Animation autour d'une présentation. Traitement d'exemples de calcul.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

#### PRE REQUIS

Le matériel roulant ferroviaire

#### POUR ALLER PLUS LOIN

Les bogies et organes de roulement  
Le freinage ferroviaire  
Gabarit des matériels roulants ferroviaires  
Dynamique ferroviaire, homologation numérique des véhicules



# LE FREINAGE FERROVIAIRE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs travaillant dans des entreprises de conception ou d'exploitation, amenés à concevoir ou à utiliser les équipements de freinage des différents systèmes ferroviaires. Il est nécessaire que les stagiaires aient une connaissance générale du système ferroviaire et des fonctions à remplir par le matériel roulant, ainsi que de son architecture et de ses différents constituants.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire aura analysé et synthétisé les notions de base et pourra apprécier :

- les exigences fonctionnelles et les besoins requis pour le système de freinage,
- les principes des freins ferroviaires, l'architecture des systèmes utilisés et les principales technologies utilisées,
- les interfaces avec le train et l'utilisation du système de freinage en exploitation.

### DURÉE DE LA FORMATION

3 jours (21 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78)

### INTERVENANTS

#### Alain BONNET

Ancien Directeur Délégué  
Technique du Centre  
d'Ingénierie du Matériel SNCF  
du Mans et ancien expert  
international frein SNCF.

### PROGRAMME

#### Présentation du système de freinage

- Historique
- Le système dans son environnement
- Fonctions principales

#### Besoins et dimensionnement du système

- Interfaces avec l'infrastructure
- Contraintes de l'exploitation
- Méthodes de calcul et exemple d'application

#### La commande du frein

- La commande pneumatique classique, le frein électropneumatique
- Les commandes électriques
- La production d'air

#### Les organes de génération des efforts de freinage

- Les freins à frottement
- Les freins dynamiques
- La conjugaison des freins

#### Les freinages d'immobilisation

- Différentes situations d'immobilisation
- Divers types de freins d'immobilisation

#### Le contrôle du freinage

- La gestion de l'adhérence : caractéristique de l'adhérence en freinage – Anti-enrayage
- Les essais de frein et autres contrôles
- Automatismes liés au freinage

#### Règles de conception

- Référentiels normatifs et homologation
- La sûreté de fonctionnement appliquée au freinage, facteurs humains

#### Perspectives

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Animation autour d'une présentation. Traitement d'exemples de calcul.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## LES TECHNOLOGIES ET L'INFRASTRUCTURE - TEC

# GABARIT DES MATÉRIELS ROULANTS FERROVIAIRES

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs – débutants et confirmés qui sont amenés à définir ou à vérifier l'enveloppe extérieure des matériels roulants ferroviaires et de leurs équipements, appelés à circuler sur les principaux réseaux ferrés européens.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire comprend et sait utiliser les règles de calculs pour définir de façon courante le gabarit des matériels roulants ferroviaires.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

**INTERVENANTS**  
**Daniel BARRABES**  
ALSTOM.

## PROGRAMME

### Module 1 : Introduction

- Les gabarits dans le monde
- Le réseau ferré français
- Donnée d'entrée

### Module 2 : Les différents types de calcul de gabarit

- Les conventions de calcul
- Les méthodes de calcul

### Les éléments fondamentaux du gabarit

- Les données d'entrées
- Les déplacements transversaux
- Les déplacements verticaux

### La norme Européenne EN 15273

- Les contours de référence
- Les règles de calcul
- Les réductions transversales
- Les réductions verticales

### Les éléments particuliers du gabarit

- Les parties basses
- Les portes d'accès ouvertes
- Les interfaces quai/matériel roulant
- Les pantographes
- Les organes sous tensions en toiture.

### Etude de cas

- Sur la base d'un cahier des charges, les stagiaires devront en groupe définir l'architecture rame la plus adaptée pour répondre aux exigences du cahier des charges, (gabarit, masse, cout, capacité voyageur)

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Exemples : exercices et étude de cas.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

PRE REQUIS

Le matériel roulant ferroviaire

POUR ALLER PLUS LOIN

Les bogies et organes de roulement  
La propulsion ferroviaire  
Le freinage ferroviaire  
Dynamique ferroviaire, homologation numérique des véhicules  
Matériaux composites à matrice organique



# LA SIGNALISATION FERROVIAIRE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs des entreprises du secteur transport ferroviaire et guidé qui souhaitent élargir leur champ de connaissances par rapport à leur secteur propre, à ceux des Collectivités territoriales amenés à préparer les décisions techniques portant sur l'exploitation de réseaux ainsi qu'aux Conseillers externes désireux d'approfondir leurs connaissances techniques.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire identifiera :  
- les principes fondamentaux de la signalisation du Réseau Ferré National ;  
- les composants majeurs des systèmes de signalisation ferroviaire.

Il distinguera les principales dispositions conceptuelles, documentaires, organisationnelles et opérationnelles qui permettent d'assurer le continuum sécurité de la signalisation ferroviaire depuis la décision d'investissement jusqu'à la dépose.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
3 jours (21 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78)

**INTERVENANTS**  
**Pierre REY,**  
Expert en signalisation  
ferroviaire.

## PROGRAMME

### Historique

**Approche documentaire**  
**Examen d'un extrait de schéma de signalisation**

### Finalités

- Les besoins
- Les risques
- Les principes

### Les signaux

- Les principaux signaux et leur réglementation

### Equipements

- Les appareils de voie
- Commande et contrôle des appareils de voie
- Commande des signaux
- Répétition des signaux
- Détection des trains

### Les postes d'aiguillages

- Notion d'itinéraire
- Evolution et structure des postes
- Postes mécaniques et électromécaniques
- Postes électriques
- Postes informatiques
- Postes de voies de service
- Les enclenchements
- Les modules informatiques
- Les commandes centralisées

### Espacement des trains

- Historique
- Cantonnements

### Contrôle de vitesse

- Le KVB

### La TVM

- Transmission « voie/machine » 300 et 430

### La signalisation Européenne

- ERTMS

### Les passages à niveau

- Généralités
- Catégories
- La Signalisation Automatique Lumineuse

### Les sujétions

- L'alimentation en énergie des IES
- Systèmes de protection
- Organisation de l'Exploitation
- Les installations de sécurité

### Conception des installations

- La commande centralisée du réseau
- Etudes
- Travaux
- Approche organisationnelle et économique des projets.

### Maintenance

- Renouvellement
- Entretien courant
- Télésurveillance

**Visite des installations du centre national de formation SNCF de Nanterre.**

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Installations pédagogiques du centre national de formation SNCF de Nanterre.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.





FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## LES TECHNOLOGIES ET L'INFRASTRUCTURE - TEC

# ERTMS : APPROCHE SYSTÈME

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous les acteurs et responsables du secteur ferroviaire, privés et publics, concernés par l'exploitation d'un réseau ferroviaire : Autorités Organisatrices, Entreprises Ferroviaires, Gérants d'Infrastructures, Ingénieristes, Industriels... ainsi qu'aux ingénieurs et techniciens supérieurs impliqués dans la conception, l'utilisation et/ou la maintenance de systèmes de contrôle-commande et signalisation.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire aura acquis une approche système lui permettant de mieux appréhender l'ETCS et la gestion des interfaces avec les autres constituants du système ferroviaire. Il connaît les principes généraux du système ERTMS. Performances du système ferroviaire, contraintes et exploitation en sécurité, ses exigences sont traitées dans le cadre de l'ERTMS, système européen de gestion du trafic ferroviaire.

### DURÉE DE LA FORMATION

2 jours (14 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Jérôme MAGNAT

Chef de projets système,  
responsable d'affaire pour le  
domaine CCS/LGV SEA.

### PROGRAMME

#### Présentation générale de l'ERTMS et intégration dans le système ferroviaire

- Les besoins (en termes de signalisation) liés à l'exploitation du système ferroviaire
- Contraintes et performances des systèmes existants
- Intégration d'un système nouveau dans un contexte historique

#### ERTMS

- La genèse du système
- Principes de fonctionnement
- Les composants du système

#### GSM-R

- L'origine du GSM-R et la situation en Europe
- Les spécifications techniques
- L'application Radio Sol Train (RST)
- Les fonctionnalités ferroviaires
- Les autres applications, hors RST (ETCS, GSM-R Maintenance, SAEIV)
- Les évolutions du réseau GSM-R

#### ERTMS - Le contexte européen

##### Les déploiements en France

##### Le déploiement à l'étranger

#### ETCS

- Les spécifications techniques
- Les principes généraux
- Analyse de quelques fonctions essentielles
- Mise en application, cas pratiques (travaux en sous-groupes sur des scénarii d'exploitation)

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentations Powerpoint, atelier sur les principes et fonctions du sous-système ETCS.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

PRE REQUIS

La signalisation ferroviaire

POUR ALLER PLUS LOIN

CBTC



# CBTC : COMMUNICATION BASED TRAIN CONTROL

**Public et pré-requis :** Maîtriser de préférence les techniques de base de la signalisation ferroviaire. Souhaiter élargir le champ de connaissances au système CBTC (métro ou autres types de projets l'impliquant).

**Objectifs pédagogiques :**

Identifier les critères de choix pour un système CBTC par rapport à d'autres systèmes de signalisation. Comprendre principes généraux d'un système de contrôle/commande automatique des trains, basé sur une architecture CBTC.

### DURÉE DE LA FORMATION

2 jours (14 heures)

### LIEU

En présentiel à Saint-Quentin-en-Yvelines (78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Thomas VAUCHER  
DE LA CROIX**

Responsable technique chez SIEMENS, travaillant sur des projets nationaux et internationaux de métros avec technologie CBTC.

### PROGRAMME

**Contexte / historique / principes de base**

- Rappel historique des systèmes de contrôle/commande des trains
- Finalités d'un système CBTC
- Définitions, glossaire et domaine d'application du CBTC

**Description fonctionnelle et architecture du système CBTC**

- Fonctionnalités ATP
- Fonctionnalités IXL (enclenchements)
- Fonctionnalités ATO
- Fonctionnalités ATS

**Description organique des produits CBTC**

- Modules de communication
- ATC au sol
- ATC à bord
- Interfaces

**Panorama des solutions CBTC, exemple de déploiements à travers le monde**

- Ouverture sur les évolutions du CBTC
- Exemples de déploiement (projets de rénovations et nouvelles lignes)

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

- Analyser des cas concrets
- Pratiquer au travers d'exercices

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

PRE REQUIS

La signalisation ferroviaire

POUR ALLER PLUS LOIN

Contrôle commande : l'ERTMS



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## LES TECHNOLOGIES ET L'INFRASTRUCTURE - TEC

# THE TRAIN COMMUNICATION NETWORK

## Cours en Anglais

**Public et pré-requis :** The course addresses engineers and technicians who need to specify, install or maintain electronic equipment on-board trains, in a networked environment. Prerequisite is a general background on the railway system with knowledge of all main subsystems. Basic knowledge of IT concepts can be useful.

**Objectifs pédagogiques :** At the end of the course, the student will have a complete knowledge of the communication problems on board trains, which requires specific solutions to be developed, on the basis of the existing standards and regulations (the full set of standards includes at least 12 documents and the regulations includes the Directives and the Technical Specifications for interoperability). This will include terminology, basic architectures, existing reference standards and examples of real products. The student will know about solutions currently available on trains, their evolution and the parameters which can influence decisions on product choice and system architecture. Furthermore the architecture and operational features of the train to ground communication and multimedia applications are covered during the course.

### DURÉE DE LA FORMATION

2 jours (14 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Paolo UMILIACCHI

CEO of CNC Centro Nuova  
Comunicazione – Bologna –  
Italy, expert in railway research  
and standardisation and  
CENELEC consultant.

#### Gianosvaldo FADIN

Technical Advisor of ANIE –  
Italian Association of Electric  
Industries, and President of  
Italian Railway Standardisation  
Committee.

### PROGRAMME

#### Principles of train networking

- General and specific needs
- Some history
- The Train Communication Network Standards and relevant European Regulations
- Basic architectures
- Main concepts (consist, inauguration, topology, ...)

#### Networking background

- ISO-OSI layers
- Physical media
- Link, Network layers
- Transport and upper layers

#### Vehicle network

- Multi-purpose vehicle bus
- CAN bus
- ECN

#### Train Network

- Wire Train Bus
- ETB

#### High level networking

- RTP
- Communication Profile
- Application Profile UIC leaflets 556, 558, 647

#### Complementary concepts

- Train-to-ground communication
- Multimedia and Telematic Applications

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Case studies, examples of TCN structure on real trains.

### SUIVI ET ÉVALUATION

In order to evaluate the achieved level of learning, the attendees will be subjected to an examination questionnaire.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## L'EXPLOITATION ET LA MAINTENANCE - EXP ET MA

# EXPLOITATION FERROVIAIRE

**Public et pré-requis :** Cette formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances dans le domaine du fonctionnement du système ferroviaire. Elle s'adresse notamment aux responsables transport des Autorités Organisatrices, des collectivités locales ainsi qu'aux ingénieurs et techniciens des entreprises de transport ferroviaires désirant approfondir leurs connaissances dans le fonctionnement global du système de transport ferroviaire.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît les principes généraux de l'exploitation du système ferroviaire. Il est capable de recenser les contraintes liées à la sécurité des circulations et aux impératifs techniques entre mobiles et sol. Il a identifié les rôles et les besoins des divers acteurs du système, en phase de conception, en gestion opérationnelle et en post-opérationnel. Cette formation se place au niveau du système ferroviaire et intègre donc les interfaces entre le gestionnaire de l'infrastructure et les entreprises ferroviaires, acteurs directement impliqués dans l'exploitation ferroviaire.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
3 jours (21 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Didier JANSOONE**  
Ingénieur CNAM (spécialité  
Exploitation ferroviaire).  
Auteur de nombreux ouvrages  
historiques et techniques sur  
l'exploitation des chemins  
de fer, il enseigne au Centre  
de formation de la circulation  
ferroviaire du Campus SNCF-  
Réseau de Nanterre et intervient  
à l'IUT de Cergy-Pontoise en  
Licence Pro Infrastructures  
ferroviaires.

### PROGRAMME

#### Principes généraux de l'exploitation ferroviaire

- Contraintes
- Modèles d'accès au système ferroviaire
- Fonctions d'exploitation
- Fonctions de maintenance

#### Sécurité et exploitation du système ferroviaire

- Système de sécurité
- Principes
- Événements redoutés
- Conséquences pour les acteurs

#### Organisation de l'exploitation ferroviaire

- Acteurs
- Outils
- Procédures

#### Études exploitation

##### Horaires et notion de débit

- Généralités
- Espacement et capacité
- Cassures de vitesse
- Conditions d'exploitation et de desserte
- Nature des installations ligne et gare
- Performance et gestion du matériel roulant
- Gestion du graphique horaire

##### Conception du plan de transport

- Organisation – calendrier
- Horaires graphiques
- Roulement matériel roulant et traction (principes)

##### Gestion opérationnelle

- Organisation
- Manœuvre des installations de sécurité
- Préparation des trains avant circulation
- Gestion des manœuvres et des mouvements techniques
- Gestion des circulations
- Gestion des incidents
- Gestion des moyens et de l'information

##### Post opérationnel

- Régularité / ponctualité
- Management de la régularité
- Retour d'expérience

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Exemples : Exercices et études de cas.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



# CALCULER LES COÛTS DE MAINTENANCE ET STRATÉGIES D'INVESTISSEMENTS

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs des Autorités Organisatrices de la Mobilité, des Exploitants-mainteneurs, des Constructeurs et des Bureaux d'études.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire saura

- Projeter les coûts de maintenance aux différentes phases de la vie d'un système de transport (fer régional, métro, tramway, bus)
- Elaborer une stratégie de maintenance et d'investissements
- Tenir compte de la transition énergétique (bus gaz, bus électrique)
- Inscire son action dans le cadre des normes NF X60-000 (maintenance), ISO 55000 (asset management) et NF X50-155 (coût du cycle de vie)

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

**INTERVENANTS**  
**Frédéric SCHNEIDER**  
Fondateur de deligeo (pilotage technique et économique de la maintenance et des investissements).

## PROGRAMME

### Concepts de base sur la maintenance

- Principes
- Types de maintenance selon les définitions de la norme NF X60-000 : maintenance préventive (systématique, conditionnelle, prévisionnelle), maintenance corrective (palliative, curative), modifications
- Niveaux de maintenance, applications opérationnelles

### Etudier les composantes du système de transport

- Ouvrages (tunnels, viaducs), bâtiments
- Matériel roulant, équipements embarqués (SAE, billettique, etc.), pilotage automatique
- Installations fixes du système de transport (plateforme et voie, énergie, signalisation, etc.)
- Equipements non liés aux systèmes (ascenseurs, sécurité des ouvrages, etc.)
- Equipements de maintenance

### Interpréter les paramètres

- Principes des études de Soutien Logistique Intégré, coût global du cycle de vie
- Plans de maintenance, données de Fiabilité Maintenabilité Disponibilité
- Données de retour d'expérience

### Structurer une projection de maintenance

- Arborescence des biens à maintenir
- Elaboration d'une structure opérationnelle de chiffrage : cycles de visites préventives, modélisation des pannes, des accidents, du vandalisme

### Evaluer les temps passés à maintenir

- Principes et cycles de maintenance des différents types de biens
- Organisation de la maintenance
- Projection des temps des différents types de maintenance
- Gestion prévisionnelle des effectifs et des compétences

### En déduire les besoins en parc de matériel roulant et ateliers

- Indisponibilité du parc pour la maintenance
- Liens avec le besoin de parc en exploitation
- Dimensionnement du parc
- Dimensionnement et occupation des ateliers

### Etablir les coûts de maintenance et d'investissements

- Des heures de travail aux effectifs de personnels
- Coût des approvisionnements : pièces et organes, volume de stock
- Coût des outillages

### Prendre en compte les évolutions techniques

- Energies alternatives
- Evolutions technologiques, obsolescence
- Apports du télédiagnostic et de la maintenance prévisionnelle

### Faire le lien avec les conventions d'exploitation-maintenance

- Principes de gestion des biens
- Répartition des coûts dans les comptes, conventions d'investissements
- Evaluation des risques, Répartition des responsabilités selon les contrats
- Clauses contractuelles

### Etablir une stratégie

- Quels équipements choisir ?
- Maintenir ou renouveler ?
- Interne ou sous-traitance ?
- ...

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Utilisation du logiciel tcoTrees pour étudier des cas concrets, tout au long de la formation.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## L'EXPLOITATION ET LA MAINTENANCE - EXP ET MA

# LA MAINTENANCE DE L'INFRASTRUCTURE : UN ENJEU ESSENTIEL POUR LA SÉCURITÉ ET LA QUALITÉ DE L'EXPLOITATION FERROVIAIRE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs et techniciens des entreprises ferroviaires assurant la maintenance, des entreprises de maintenance de l'infrastructure et des organismes contributifs du système ferroviaire.(organismes de contrôle...).

**Objectifs pédagogiques :** L'objectif renouvelé par les pouvoirs publics de renouveler une infrastructure ferroviaire vieillissante fait exploser la demande tant en termes de maintenance que de rénovation des installations fixes. Par ailleurs, l'évolution réglementaire à l'initiative de la commission européenne se traduit par la chute de certains monopoles et l'arrivée de nouveaux opérateurs. La maintenance d'un système complexe comme l'est le ferroviaire à grand gabarit nécessite des organisations structurées pour assurer le niveau de service requis pour son exploitation, en sécurité et en qualité. A l'issue de la formation, le stagiaire est à même d'appréhender les différents paramètres à maîtriser pour assurer la maintenance et la rénovation de l'infrastructure ferroviaire dans ses différentes composantes.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

**INTERVENANTS**  
**Guy CHALOCHE**  
Expert maintenance ferroviaire.

## PROGRAMME

### Définitions et concepts généraux

- Types de maintenance : préventive systématique, conditionnelle, corrective
- Fiabilité et sûreté de fonctionnement
- Niveaux de maintenance et optimisation des cycles

### La maintenance de l'infrastructure

- Généralités et classification des opérations : la surveillance, l'entretien, les interventions et les régénérations
- Les spécificités propres à la maintenance :
  - de la voie : les constituants, la géométrie, les appareils de voie
  - de la signalisation
  - des ouvrages d'art et des ouvrages en terre,
  - des équipements d'alimentation électrique (caténares et sous stations),
  - des télécommunications
- Les contraintes d'organisation

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Exposé avec projection se basant sur l'expérience des intervenants, implication active des participants souhaitée et supports détaillés remis en fin de séance.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Évaluation continue par questionnement des participants et évaluation en fin de session par questionnaire à choix multiples.





FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## L'EXPLOITATION ET LA MAINTENANCE - EXP ET MA

# LA MAINTENANCE DES MATÉRIELS ROULANTS : UN ENJEU ESSENTIEL POUR LA QUALITÉ DU TRANSPORT FERROVIAIRE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs des entreprises ferroviaires exploitantes, des entreprises propriétaires ou gestionnaires de flottes de matériel roulant (rolling stock), des industriels constructeurs du matériel roulant, assembleurs et équipementiers et des organismes contributifs du système ferroviaire (organismes de contrôle...).  
Formation technique avec bases en mécanique et technologies électriques et électroniques.

**Objectifs pédagogiques :** La maintenance d'un système complexe de transport guidé tel que le ferroviaire à grand gabarit nécessite des organisations structurées pour assurer le niveau de service requis en sécurité et en qualité.

A l'issue de la formation, le stagiaire est à même d'appréhender les différents paramètres à maîtriser pour assurer la maintenance d'une flotte de matériel roulant.

### DURÉE DE LA FORMATION

2 jours (14 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Guy CHALOCHE**

Expert maintenance ferroviaire.

### PROGRAMME

#### Définitions et concepts généraux

- Types de maintenance : préventive systématique, conditionnelle, corrective
- Fiabilité et sûreté de fonctionnement
- Niveaux de maintenance et optimisation des cycles

#### La maintenance du matériel roulant

- Les enjeux, politique de maintenance et sécurité de l'exploitation ;
- Les matériels roulants, principaux organes et fonctions importantes ; les risques associés
- Les 5 niveaux de maintenance ;
- Les installations, équipements et outillages ;
- Les spécificités des différents types d'engins (automotrices, locomotives, voitures et wagons) ;
- Les procédures de maintenance et la documentation ;
- Les personnels : qualification, habilitation ;
- Les approvisionnements ;
- L'interface avec l'exploitation.

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Exposé avec projection des supports simplifiés s'appuyant sur l'expérience des intervenants, implication active des participants souhaitée, support de formation remis fin de séance.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Évaluation continue au long de la session par questionnements des participants et évaluation finale sous forme de questionnaire à choix multiples.

POUR ALLER PLUS LOIN

L'interface entre l'exploitation et le matériel roulant  
Le plan de maintenance du matériel roulant ferroviaire  
Maintenance de la voie ferrée pour techniciens



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## L'EXPLOITATION ET LA MAINTENANCE - EXP ET MA

# L'INTERFACE ENTRE L'EXPLOITATION ET LA MAINTENANCE DU MATÉRIEL ROULANT FERROVIAIRE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs qui travaillent ou qui veulent travailler dans la maintenance du matériel roulant. La formation donne les lignes directrices pour la mise en œuvre de l'interface entre l'exploitation et la maintenance. Des notions ou des connaissances portant sur plan de maintenance du matériel roulant ferroviaire constituent un plus.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire :

- pourra mettre en place les moyens - l'appareil industriel - pour faire la maintenance ferroviaire à un coût optimal ;
- pourra dimensionner le parc du matériel roulant pour la maintenance court terme et mettre en œuvre la relation avec l'exploitation en fonction du Life Cycle Cost (LCC) ;
- pourra déterminer l'équilibre entre révision, modernisation et maintenance à l'organe en fonction du LCC.

### DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Hendrik BONNE

Chef de service de  
l'amélioration continue chez  
SNCF-Technics.

Professeur à l'Université de  
Gand dans la technologie  
ferroviaire.

Ancien chef de production de la  
maintenance long terme.

### PROGRAMME

#### La maintenance court terme

- L'organisation de la maintenance court terme en fonction de l'exploitation :
  - Exécution de la maintenance avec un minimum en parc immobilisé
  - Densité du réseau d'ateliers et fréquence des activités de maintenance

#### La maintenance long terme

- Mesure d'intégration des activités de maintenance longue terme dans la maintenance court terme et détermination des révisions et des modernisations en fonction du Life Cycle Cost

#### Dimensionnement du parc pour la maintenance (exercice interactive)

- Dimensionnement du matériel roulant, dimensionnement du nombre et de la taille des ateliers de maintenance et détermination de la relation exploitation-maintenance
- Détermination de l'équilibre entre révision, modernisation et maintenance à l'organe
- Utilisation du Life Cycle Cost comme paramètre d'optimisation

#### Comparaison de quelques exploitants-mainteneurs en Europe

- Comparaison des moyens et méthodes et de leur performance

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentation interactive et études de cas.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## L'EXPLOITATION ET LA MAINTENANCE - EXP ET MA

# LES INFRASTRUCTURES, LA SUPERSTRUCTURE ET LA MAINTENANCE DE LA VOIE FERRÉE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs des maîtres d'ouvrage, des Gestionnaires d'Infrastructures, des Collectivités Territoriales, des autorités organisatrices des transports, des ingénieries d'études, des Maîtres d'œuvre et des Entreprises ainsi qu'aux Assistants à maîtrise d'ouvrage des Collectivités ou des Conseillers externes des entreprises souhaitant approfondir ou diversifier leurs connaissances techniques.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire est en mesure de connaître les différentes contraintes des systèmes ferroviaires et guidés vis-à-vis de la création des lignes nouvelles et classiques, du génie civil, des terrassements, des ouvrages d'art, des ouvrages en terre et la prise en compte des éléments contextuels, notamment les contraintes à intégrer lors de la définition des tracés sur le Réseau Ferré National (LGV, lignes classiques et urbaines). Dans le cadre de la maintenance des infrastructures ferroviaires, le stagiaire est en mesure de connaître l'ensemble des constituants de l'infrastructure ainsi que les modalités de maintenance, de régénération et de renouvellement de la voie, des appareils de voie, des passages à niveau, des ouvrages d'art, des ouvrages en terre, ainsi que les principes de maintenance des autres composants de l'infrastructure ferroviaire.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Olivier CAZIER**  
Ingénieur (centrale Paris).  
A travaillé chez Alstom  
(1981/1989), à la SNCF  
(1989/2017) et comme  
consultant indépendant  
(depuis 2017).  
A exercé diverses  
responsabilités notamment  
comme responsable de Bureau  
d'études régional, directeur de  
grands projets d'ingénierie, chef  
de département innovation,  
conseil pour de grands projets  
ferroviaires à l'étranger ( Maroc,  
Tunisie, Jordanie, Afrique du  
Sud). A travaillé aussi sur des  
sujets de sécurité comme  
conseil de l'EPSF ou d'EOQA  
travaillant pour le STRMTG.

### PROGRAMME

#### Jour 1 : Les infrastructures

- Les contraintes pour le tracé, le génie civil et les systèmes lors de la création des lignes nouvelles
  - Les ouvrages d'art
  - Les autres contraintes
  - Les terrassements
  - La voie ferrée
  - Le gabarit
- Les composants de la voie ferrée, la pose de la voie
- Les appareils de voie
  - Les autres équipements techniques sur LGV
  - Le jumelage entre une LGV et une autoroute
  - Le tramway

#### Jour 2 : La maintenance

- Généralités
- La maintenance de la voie ferrée
- La maintenance des appareils de voie
- La régénération
- Le Renouvellement Voie et Ballast (RVB)
- La maintenance des ouvrages en terre
- Les autres domaines de la maintenance ferroviaire
- Les passages à niveau
- Approche de la réglementation en matière de maintenance et de travaux

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Formation en salle avec projection de diaporamas sous Power Point et de vidéo, commentaires interactifs, retours d'expériences, études de cas.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## L'EXPLOITATION ET LA MAINTENANCE - EXP ET MA

# MAINTENANCE DE LA VOIE FERRÉE POUR TECHNICIENS ET OUVRIERS

**Public et pré-requis :** Techniciens et ouvriers travaillant sur l'infrastructure de réseaux ferroviaires urbains ou interurbains.

**Objectifs pédagogiques :** À l'issue de la formation, le stagiaire sait contribuer à l'organisation et à la préparation des chantiers sur voies ferrées pour garantir des conditions de circulation sûres.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Olivier CAZIER**  
Ingénieur (centrale Paris).  
A travaillé chez Alstom  
(1981/1989), à la SNCF  
(1989/2017) et comme  
consultant indépendant  
(depuis 2017).  
A exercé diverses  
responsabilités notamment  
comme responsable de Bureau  
d'études régional, directeur de  
grands projets d'ingénierie, chef  
de département innovation,  
conseil pour de grands projets  
ferroviaires à l'étranger ( Maroc,  
Tunisie, Jordanie, Afrique du  
Sud). A travaillé aussi sur des  
sujets de sécurité comme  
conseil de l'EPSF ou d'EOQA  
travaillant pour le STRMTG.

### PROGRAMME

#### Jour 1 : les fondamentaux de la maintenance

Maintenance systématique, conditionnelle, préventive, prédictive, palliative, corrective etc... en décrivant les principaux composants des installations et en mettant l'accent sur les risques d'une veille inefficace ainsi que les points sensibles générateurs d'incidents voire d'accidents.

Ces fondamentaux auront pour objectifs de maîtriser les processus afin de bâtir un plan de maintenance robuste. Au cours de cette journée seront abordés les principes de sécurité des installations et du personnel.

#### Jour 2 : méthodes et pratiques

Méthodes et pratiques de la maintenance sur les différentes parties des ouvrages ferroviaires sensibles avec l'objectif de permettre aux techniciens et ouvriers d'effectuer un diagnostic des installations ainsi que des défauts, de connaître les différentes méthodes d'entretien afin d'être en capacité d'exiger les meilleures performances des entreprises chargées de réaliser l'entretien, de contrôler la qualité du travail fourni et de prononcer les réceptions en connaissances de cause.

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Formation en salle avec projection de diaporamas sous Power Point et de vidéo, commentaires interactifs, retours d'expériences, études de cas.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## L'ASPECT RÉGLEMENTAIRE ET NORMATIF, LA SÉCURITÉ - REGL

# LA RÉGLEMENTATION FERROVIAIRE EUROPÉENNE ET SA MISE EN ŒUVRE EN FRANCE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens désireux d'éclaircir leurs connaissances en ce qui concerne les rôles, missions et responsabilités en matière de sécurité et d'interopérabilité de chacun des acteurs du système ferroviaire.

**Objectifs pédagogiques :** Cette formation a pour but de faire connaître l'organisation institutionnelle et l'architecture réglementaire en matière de sécurité et d'interopérabilité ferroviaire au niveau européen et sa déclinaison en France, notamment les missions de l'Agence Ferroviaire Européenne, des Autorités nationales de sécurité et des organismes d'enquête, ainsi que les responsabilités respectives des différents acteurs industriels en matière de sécurité ferroviaire. Il dispose également d'un aperçu de la réglementation nationale en matière de transports guidés. A l'issue de la formation le stagiaire a donc une vue d'ensemble de la réglementation applicable aux transports ferroviaires et guidés, notamment de celle issue du quatrième Paquet Ferroviaire Européen, ce qui lui permet, pour un projet donné, d'identifier la réglementation applicable, de la mettre en œuvre et de dialoguer efficacement avec les acteurs réglementaires.

### DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### **Bernard DUMAS**

Ancien référent Réglementation France et Union Européenne chez Alstom Transport et représentant UNIFE (Union des Industries Ferroviaires Européennes) dans différents groupes de travail de l'Agence Ferroviaire Européenne. Actuellement conseiller technique de l'Association Française des Détenteurs de Wagons (AFP), expert technique auprès des tribunaux de grande instance de Paris et de Marseille pour les accidents ferroviaires.

### PROGRAMME

#### **Le contexte Européen**

- L'élaboration des textes européens
- La place des normes dans le droit européen
- La libéralisation des activités ferroviaires

#### **La Directive Sécurité**

- Les différents acteurs, leurs rôles et responsabilités
- Certificat de sécurité et agrément de sécurité
- Indicateurs, objectifs et méthodes communes de sécurité
- Les entités en charge de la maintenance

#### **La Directive Interopérabilité**

- Système et sous-systèmes
- Les exigences essentielles
- Les STI
- Le processus d'autorisation de mise en service/mise sur le marché

#### **La réglementation française en matière de transports ferroviaires**

- Transposition des directives européennes (décrets et arrêtés d'application)
- Particularités françaises.

#### **La réglementation nationale applicable transports guidés**

- Les textes applicables (décret STPG et arrêtés d'application)
- Le STRMTG

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentations et études de cas.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

# LA FDMS FERROVIAIRE (FIABILITÉ, DISPONIBILITÉ, MAINTENABILITÉ, SÉCURITÉ)

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens ayant déjà des connaissances de base en systèmes ferroviaires.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire distingue les principaux facteurs influençant la fiabilité, la disponibilité, la maintenabilité et la sécurité (FDMS), avec la sélection des principes techniques pour les maîtriser liés au domaine ferroviaire. Il décrit les exigences de base et procédés génériques pour la spécification et démonstration FDMS, et utilise les méthodes d'analyse du domaine.

### DURÉE DE LA FORMATION

2 jours (14 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Roberto SEMPRINI

Directeur de l'entité « Safety Assessment » chez Alstom Transport, et chef du groupe de travail « Sécurité » pour la norme EN 50126 auprès du comité technique de normalisation ferroviaire CENELEC/TC9X.

### PROGRAMME

#### Rappel d'éléments fondamentaux de la FDMS d'un système ferroviaire

- FDM et Sécurité
- Concept de Risque et Critères d'acceptation
- Facteurs d'influence de la FDMS

#### Principes de sécurité de fonctionnement

- Principes de sécurité des systèmes électroniques et programmables
- Principes de sécurité des systèmes électriques et mécaniques
- Interfaces entre sous-systèmes
- Fonctionnalité de systèmes et exploitation
- Fonctionnalité de systèmes et maintenance

#### Méthodes d'analyse FDMS

- Méthodes d'analyse qualitative et quantitative
- AMDEC (FMECA), Arbre de défaillance (FTA), ...
- Hazard Log
- Exemples

#### Gestion de la sécurité

- Cycle de vie du système et activités de Vérification et Validation
- Registre des Situations Dangereuses (Hazard Log) et gestion des contraintes exportés pour la Sécurité
- Organisation de Sécurité e Système de Gestion de la Sécurité (SGS)

#### Contexte normatif et réglementaire

- La normalisation et les principaux standards européens dans le domaine de la sécurité ferroviaire
- La réglementation européenne et le procédé d'autorisation pour la mise en service

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Animation autour d'une présentation. Traitement d'exemples.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.





FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

# GESTION DES RISQUES ET CERTIFICATION DANS LE FERROVIAIRE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à un public d'ingénieurs, techniciens et gestionnaires participant à la conception, au développement, à l'industrialisation, à la production, à l'assurance qualité, au maintien en service, à la maintenance, à l'exploitation, et à l'après-vente d'un produit ou service pour lequel un dossier sécurité doit être produit pour soumission à une autorité d'approbation.  
Prérequis souhaités: Ils doivent posséder des notions de gestion des risques.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation les stagiaires seront capables de :  
- Connaître les concepts fondamentaux nécessaires à la production d'une analyse de gestion des risques.  
- Connaître les concepts fondamentaux nécessaires à la compréhension des enjeux de la gestion des risques et de la certification du matériel ferroviaire.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

**INTERVENANTS**  
**Philippe BROCHAIN**  
possède une solide expérience à l'étranger (Europe et Amérique du Nord, 12 ans) et une solide expertise reconnue dans le domaine Sécurité et Certification (Aéronautique Spatial, et Transport) depuis près de 25 ans. Il intervient dans le cycle de formation standard et continue auprès de Supaéro, INSA, ENAC et London University.

## PROGRAMME

### Jour 1 :

- Introduction
- Directive 2004/49/EC : gestion des risques
- Les intervenants : Railway Undertakings (RUs), Infrastructure Managers (IMs) Common Safety Regulation (CSM's) : Règlementation 352/2009
- Les niveaux de risques acceptables
- Interopérabilité ferroviaire, le cadre juridique
- Processus de certification
- Processus de contrôle des changements
- Système de gestion de la sécurité et des risques (SMS)
- Processus et méthodes

### Jour 2 :

- Gestion de la sécurité système et processus
- Méthode d'analyse des risques et applications
- Etude de cas

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Etude de cas et exercices.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

# SENSIBILISATION AUX FACTEURS HUMAINS ET RETOUR D'EXPÉRIENCE

**Public et pré-requis :** Toute personne convaincue de l'intérêt de prendre en compte les dimensions humaine, sociale, organisationnelle : managers de proximité, concepteur de systèmes, rédacteurs de règles, manuels, superviseurs, auditeurs...

**Objectifs pédagogiques :** Les stagiaires seront capables d'illustrer, de repérer des aspects pertinents, d'identifier des pistes d'action dans le domaine dit des « facteurs humains » dans leurs métiers. Ils sauront indiquer des pistes de recherche pour l'analyse approfondie d'événements complexes et sauront solliciter des spécialistes des sciences humaines et sociales.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Yves MORTUREUX**  
Ancien Safety Expert à l'UIC.

### PROGRAMME

Ces deux journées sont articulées du pratique vers le théorique : les films ou la présentation d'incidents ou d'accidents réels montrent des fonctionnements réels dans lesquels l'intervenant met en évidence des fonctionnements, des relations, des mécanismes... qui se retrouvent couramment dans tous les systèmes.

Sur cette base, il introduit les éléments nécessaires de vocabulaire, de « théorie », de modèles, de méthodes qui permettent de transposer aux cas que les participants rencontreront.

Enfin, il présente des types d'actions appropriées à différents cas pour construire ou renforcer la maîtrise des risques dans sa dimension humaine.

Le développement de cette dimension dans l'analyse d'événement est une première étape recommandée pour intégrer le « facteur humain » au management des risques ; aussi le thème « retour d'expérience » est-il particulièrement développé.

#### Présentation de la problématique 'Facteurs Humains' à travers quelques accidents industriels majeurs ou mineurs

- Mise en évidence d'aspects relevant des « facteurs humains » reconnus comme déterminants dans le scénario de l'accident
- Projection de films montrant des opérateurs à l'œuvre et illustration d'aspects facteurs humains de leurs contributions à la maîtrise des risques

#### Présentation de la problématique 'Retour d'Expérience'

- Rappels sur la structure et les objectifs d'un retour d'expérience
- Indication des phases du retour d'expérience où la prise en compte des dimensions humaine, sociale, organisationnelle, impacte significativement le retour d'expérience
- Proposition de grilles de questionnement « Facteurs Humains » pour le REX
- Recherches par les stagiaires de cas dans leur vécu qui leur semble illustrer les notions présentées : validation de la compréhension de ces présentations
- Synthèse : les invariants d'un retour d'expérience intégrant les « FH ». Marge de liberté. Comment adapter le principe à ses propres besoins ?

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Etude de cas et exercices.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



# LE RISK MANAGEMENT PAR LE RISK MANAGER

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs qui cherchent à optimiser leurs compétences ou acquérir des compétences dans la gestion du risque.

Le « risk manager » permet une gestion du risque dans sa globalité afin de couvrir l'ensemble des activités, processus et actifs de la société. Propose des solutions de traitement optimisé afin d'apporter un éclairage au dirigeant dans leurs décisions stratégiques.

**Objectifs pédagogiques :** Les stagiaires seront capables :

- Appréhender sa fonction à travers ses missions,
- Apprécier et maîtriser les risques auxquels l'entreprise peut être confrontée,
- Définir une culture du risque,
- Gérer des événements et Déterminer des actions de progrès y compris leur financement,
- Gérer des sinistres,
- Etablir une politique de gestion des risques,
- Assurer le suivi (pilotage et reporting).

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Franck LERONDEL**  
SNCF RESEAU, Pilotes  
d'opérations de projets  
ferroviaires, expériences dans  
les domaines de la maîtrise de  
l'environnement, de la sécurité  
incendie, de la santé sécurité au  
travail, de la sûreté et en risques  
industriels dans les processus  
opérationnels de l'infrastructure  
ferroviaire depuis 15 ans.

### PROGRAMME

#### Définition des missions et de la structure du dispositif

- Définition des missions du dispositif de management des risques au regard de la stratégie
- Intégration des menaces et opportunités inhérentes à la stratégie
- Identification des activités, process (métier, support)
- Elaboration du cadre organisationnel du management des risques
- Construction de la méthodologie et du référentiel de management des risques
- Elaboration de la politique de management
- Obtention d'une validation par les dirigeants et/ou les organes de Gouvernance

#### Appréciation du risque

- Définition des outils utiles à l'appréciation du risque
- Anticipation des risques et de leur évolution
- Conduite d'entretiens individuels (dirigeants, managers, personnels)
- Identifier les risques auxquels l'entreprise peut être confrontée
  - Définitions des termes (risque, prévention, détection, exposition)
  - Les risques inhérents à l'entreprise
  - Les risques externes
- Réaliser le diagnostic des risques sur les processus
  - Analyser les processus étape par étape pour déceler les fragilités
  - Déterminer les conséquences des risques
- Elaborer des cartographies des risques par entité/métier ou grand projet

#### Maîtrise des risques (détermination de l'acceptabilité)

- Présentation/Validation des risques majeurs
- Identification de la panoplie de traitement de risques
- Participation à la construction des plans d'action
- Analyse et déploiement des plans d'action de traitement des risques
- Assistance dans les audits d'acquisition et de cession
- Visite des zones à risques
- Impliquer les opérationnels dans le choix des actions et communiquer
- Consolidation et suivi des plans d'actions

#### Diffusion de la culture de risque

- Développement, animation, formation d'un réseau de correspondants risques
- Participation aux événements importants (séminaires, comités)
- Rédaction de la communication interne sur la culture des risques
- Etablir une politique de gestion du risque

#### Financement des risques en accord avec la politique

- Recensement des solutions de financement des risques
- Organisation des relations avec les prestataires (courtiers, assureurs)
- Négociation des contrats d'assurance
- Gestion et déploiement des couvertures d'assurances
- Création et administration d'une captive

#### Gestion des événements non assurés/non assurables

- Qualification de l'évènement
- Identification et prise en compte des moyens et plans d'actions
- Organisation des retours d'expériences

#### Gestion des sinistres

- Qualification des événements pour déterminer les assurances susceptibles de les couvrir et les éventuelles responsabilités

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Etude de cas et exercices.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



**AUTOMOBILE**



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## LES FONDAMENTAUX

# L'AUTOMOBILE, SES TECHNOLOGIES ET SON AVENIR

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances générales sur l'automobile et essayer de comprendre ses évolutions.

Elle est donc particulièrement bien adaptée aux jeunes ingénieurs ou techniciens récemment embauchés dans l'automobile qui désirent compléter leur processus d'intégration dans l'entreprise.

### Objectifs pédagogiques :

A l'issue de la formation, le stagiaire connaît les principales fonctions d'une automobile, l'architecture technique générale d'un véhicule, les facteurs majeurs conditionnant les performances et la consommation, la structuration (segmentation) du marché et les attentes client, la cartographie des grands groupes industriels, les grandes étapes des processus de conception et de fabrication. Il est aussi éclairé sur les mutations actuelles de ce secteur.

### DURÉE DE LA FORMATION

2 jours (14 heures)

### LIEU

A Saint-Quentin-en-Yvelines (78) en présentiel

### INTERVENANTS

#### Marc PERALDI

Ingénieur en mécanique et pilote automobile. Instructeur certifié Porsche AG, enseignant à l'Institut Technologique du Mans.

### PROGRAMME

#### Connaissances sectorielles

##### Le défi de la mobilité

- Repères historiques et nouveaux enjeux
- Segmentation des produits automobiles
- Spécificités des marchés et stratégie

##### Le projet automobile

- Organisation et contraintes de la conception
- Dimension industrielle et chiffrage sur des exemples concrets

##### La fabrication

- Centres de production / usines d'assemblage

##### Réglementation

- Exemples issus du cadre réglementaire, du consumérisme, des normes
- Emissions et respect de l'environnement

##### Acteurs majeurs

- Partage de la chaîne de valeur et partenariats stratégiques
- Constructeurs et grands équipementiers

#### Connaissances technologiques

##### Architecture

- Sous-ensembles et organisation physique du véhicule
- Châssis carrosserie et aérodynamique

##### Chaîne de guidage

- Suspension, direction et pneumatique
- Technologies de liaison au sol

#### Chaîne de puissance/freinage

- Motorisation thermique et systèmes de dépollution
- Energies alternatives
- Transmissions
- Freinage

#### Systèmes embarqués

- Sécurité active / passive
- Equipements de confort
- Interface homme / machine

### OBJECTIFS À ATTEINDRE

Décomposer les principales fonctions d'une automobile. Détailler l'architecture technique générale d'un véhicule. Évaluer les performances et la consommation. Reconnaître la segmentation du marché. Décrire les étapes des processus de conception et de fabrication.

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Exercices et études de cas.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

#### POUR ALLER PLUS LOIN

Initiation à l'ingénierie systèmes

L'ensemble des formations des thèmes : Liaison au sol / dynamique - Groupe motopropulseur - Electrification du véhicule - Electronique / Systèmes embarqués





FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## LES FONDAMENTAUX

# INITIATION À L'INGÉNIERIE SYSTÈME

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs.

**Objectifs pédagogiques :** L'ingénierie système est « La méthode » développée ces dernières années pour cerner, spécifier et développer les systèmes complexes ; tant mécanique, qu'électronique, d'organisation, sociales. Elle permet de décomposer en éléments simples, toute la complexité d'un système. A partir d'une mise en langage (le langage de l'ingénierie) elle clarifie la demande, source de toute innovation. Ensuite l'analyse fonctionnelle permet d'inventer une conception (parmi d'autres possibles) adaptée à des éléments existants ou à inventer (des éléments d'exécution). A l'issue de la formation, le stagiaire connaît l'intérêt de l'ingénierie système et son apport vis-à-vis des méthodes existantes. Il maîtrise les définitions des concepts spécifiques à l'IS, ainsi que leurs contenus techniques. Il est formé à la mise en langage de l'ingénierie et pourra alors progresser dans la résolution de problèmes complexes. Il comprend l'intérêt de travailler avec des outils informatiques performants, pour concevoir, développer, valider et maintenir un système. Il sait mettre en place une démarche de conception et de validation d'un système et il est exercé à la démarche grâce à la mise en œuvre de nombreux exemples pédagogiques.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
1 jour (7 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Dr Xavier MOUTON**  
Architecte système et expert  
de control électronique du  
mouvement châssis et du  
MultiSense chez Renault/Nissan.  
Manager R&D de systèmes  
mécatroniques châssis.

## PROGRAMME

### Introduction à l'ingénierie système

- Observation des systèmes de différentes natures qui nous entourent.
- Définition des concepts et du vocabulaire.
- Sensibilisation à l'accroissement de la complexité des systèmes.
- Importance de proposer une ingénierie spécifique «système» complémentaire aux méthodes déjà existantes.
- Historique.
- Impact du développement des systèmes suivant ISO 26262 (ASIL)

### Définition d'un système

- Raisons d'existence d'un système (finalité) : définition, mise en œuvre, exercices
- Enveloppe extérieure du système (Diagramme de contexte) : définition, mise en œuvre exercices
- Captation d'exigences de différentes sources
- Déclinaison des exigences de produit (parties prenantes) en exigences de prestations, en exigences fonctionnelles et en exigences techniques sur les composants
- Compréhension de la complexité et de la nécessité d'appréhender le système à travers une représentation fonctionnelle (architecture fonctionnelle, architecture organique) et une représentation comportementale (diagramme d'états, diagramme de séquences, diagramme d'activités)

### Conception d'un système : (définitions, mise en œuvre, exercices)

- Processus de conception d'un système
- Importance des outils informatiques dans la conception du système
- Exigences externes du système
- Exigences internes du système
- Exigences de sûreté de fonctionnement
- Conception produit/processus de validation
- Réalisation d'un plan de validation optimum pour le système
- Réalisation des cahiers des charges fonctionnelles pour les organes

### Validation d'un système : (définitions, mise en œuvre, exercices)

- Processus de validation d'un système
- Importance des interfaces
- Notion de couverture
- Plan d'intégration
- Plan de vérification
- Plan de validation

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentation PowerPoint, Etude de cas, Exercices.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.





FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## LIAISON AU SOL / DYNAMIQUE - LAS

# DYNAMIQUE DU VÉHICULE ET TECHNOLOGIES DES LIAISONS AU SOL

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs de bureau d'études ou de service de développement de châssis automobiles. Les fonctions Produit, Marketing ou Achats sont aussi un public adapté. Le seul pré-requis est de connaître les grands fondamentaux d'une automobile.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire a acquis les compétences suivantes :

- Utiliser les caractéristiques influant sur la dynamique du véhicule et sur son comportement.
- Analyser le comportement d'un véhicule.
- Connaître les assistances - existantes et en développement – à la conduite améliorant la sécurité active.
- Connaître les principales caractéristiques fonctionnelles des essieux, suspensions et directions.
- Connaître l'influence des caractéristiques des systèmes châssis sur le comportement routier et le confort.
- Connaître les différentes technologies d'essieux, suspensions et directions et leurs avantages et inconvénients.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
4 jours (28 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Pascal CHEVALIER**  
Ingénieur - Responsable  
bureau d'études automobiles  
– Directeur chez PECAN  
PARTNERS.

**Dr Xavier MOUTON**  
Manager R et D Systèmes  
mécatroniques Châssis  
automobiles chez Renault.

### PROGRAMME

#### 1<sup>er</sup> jour : dynamique latérale automobile

- Introduction à l'architecture véhicule – Influence sur le comportement véhicule
- Introduction à la dynamique automobile
- Comportement du pneumatique (latéral et couplé)
- Comportement en virage – Notion sousvirage/survirage
- Forces aérodynamiques – Influence sur le comportement
- Fonctionnement de quelques assistances commerciales (ABS, ESP).

#### 2<sup>ème</sup> jour : fonctionnalités et technologies des essieux

##### Définition et rôles des essieux

- Exigences fonctionnelles : implantation, prestations, adéquation avec le cahier des charges

##### Caractéristiques fondamentales des essieux

- Géométrie, axe de pivot et grandeurs associées, centres et axe de roulis
- Epures : exemples, lien avec le comportement routier

##### Processus de conception des essieux

- Cahier des charges Système et Organes et choix structurants

##### Description et analyse des principales architectures organiques trains avant & arrière de véhicules routiers légers

#### 3<sup>ème</sup> jour : fonctionnalités et technologies des suspensions par

##### Définition et rôles des suspensions

- Prise en compte de l'environnement et étude fonctionnelle d'une suspension

##### Caractéristiques principales des suspensions

- Raideur, amortissement, influence de la démultiplication, typage, stratégies de pilotage pour les suspensions semi-actives et actives

##### Processus d'étude d'une suspension

##### Principales architectures organiques de la suspension passive et tendances du marché

##### Principales architectures organiques de la suspension semi-active et active

- Technologies de modulation de l'amortissement, de la raideur, du couple de barre anti-dévers
- Suspension active et systèmes innovants

#### Synthèse générale sur les technologies de suspensions (compromis coût/prestation)

#### 4<sup>ème</sup> jour : fonctionnalités et technologies des directions

##### Définition et rôles des directions

- Fonctionnalités et technologies des systèmes de direction
- Assistance de direction, systèmes et fonctions avancés

##### Systèmes électriques d'assistance de direction

- Principe de fonctionnement du système de direction assistée électrique
- Comportement statique et dynamique de l'assistance de direction
- Décomposition physique du système mécanique et électrique/électronique
- Contraintes environnementales pour l'intégration mécanique et électrique du système
- Avenir des systèmes de directions mécatronique.

##### Prospection, le véhicule automatisé

- Les différents niveaux d'automatisation, le véhicule automatisé, les acquis et les enjeux, la route du futur.

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Etudes de cas, exercices (suspension)

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



ESTACA a bénéficié du Programme d'Investissements d'Avenir

POUR ALLER PLUS LOIN

Fonctionnalités, Technologie, Fabrication et éléments de pré-dimensionnement du pneumatique et de la roue



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## LIAISON AU SOL / DYNAMIQUE - LAS

# FONCTIONNALITÉS, TECHNOLOGIE, FABRICATION ET ÉLÉMENTS DE PRÉ-DIMENSIONNEMENT DU PNEUMATIQUE ET DE LA ROUE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs qui souhaitent développer leurs connaissances sur l'influence des roues et pneumatiques sur le comportement routier. Elle est donc adaptée à ceux d'entre eux qui seront amenés à travailler dans la conception, le développement et la validation de liaison au sol (LAS).

**Objectifs pédagogiques :** Le stagiaire a acquis les compétences suivantes :

- Utiliser le vocabulaire technique propre aux roues et pneumatiques.
- Discriminer les phénomènes physiques concernant les performances d'un pneumatique ou d'une roue
- Différencier l'influence des paramètres, leur impact sur le comportement routier, le confort, l'agrément de conduite et la sécurité.
- Evaluer le dimensionnement des roues et pneus, juger de leurs influences sur la Liaison au Sol.
- Vérifier et valider par des essais le choix de ces organes.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Pascal CHEVALIER**  
Responsable des Études  
Marché Innovation –  
Ligne Produit Tourisme &  
Camionnette – Manufacture des  
Pneumatiques MICHELIN.

### PROGRAMME

#### Roues et pneumatiques

- Terminologie et segmentations
- Approche fonctionnelle et système
- Le pneu et la roue dans l'architecture véhicule

#### La roue

- Fixations / interface
- Dimensionnement
- Tests

#### Le pneu

- Technologie
  - Structure
  - Matériaux
  - Types de carcasse
  - Process de fabrication
- Propriétés mécaniques du pneumatique
  - Élasticité verticale, longitudinale, latérale
  - Adhérence, glissement et roulement
- Les mécanismes du roulement
  - Le roulement libre
  - La roue freinée
  - La roue en traction
  - La roue sous effort latéral
- Performances du pneumatique (usure, bruits,...)
- Les validations
  - Simulations numériques
  - Tests sur banc
  - Tests véhicule

#### Tire Pressure Monitoring System

- Contexte réglementaire
- Technologies

#### La réduction de la résistance au roulement

- Les enjeux
- Paramètres influents
- Les produits et leur balance de performances

#### Exercices de pré-dimensionnement

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentations agrémentées de médias. Exercices de pré-dimensionnement.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

PRE REQUIS

Dynamique du véhicule et technologies des liaisons au sol



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## LIAISON AU SOL / DYNAMIQUE - LAS

# ARCHITECTURE, PERFORMANCES ET ASSISTANCE À LA CONDUITE LONGITUDINALE DES VÉHICULES

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances sur l'architecture physique des véhicules et sur les paramètres essentiels qui conditionnent les principales performances concernant le mode longitudinal de l'automobile (accélération, freinage, consommation et éco conduite, habitabilité, ...). A ce titre, elle est particulièrement adaptée aux ingénieurs d'études, qui travaillent chez les constructeurs et équipementiers automobiles.

### Objectifs pédagogiques :

- Détailler l'architecture technique générale d'un véhicule.
- Décrire l'influence de l'architecture sur les performances, la consommation et le comportement routier.
- Evaluer les performances et la consommation.
- Critiquer les concepts majeurs d'architecture automobile.
- Décrire les étapes des processus de conception et de fabrication.
- Distinguer les caractéristiques fonctionnelles liées au mode longitudinal d'un véhicule automobile.
- Déterminer les différents efforts, perturbations, interactions pneumatiques/chaussée.
- Dimensionner une transmission pour répondre à un cahier des charges performances / consommation.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
3 jours (21 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Lydie NOUVELIERE**  
Enseignant-Chercheur au  
laboratoire IBISC de l'Université  
d'Evry Val d'Essonne et  
Conseiller Scientifique auprès  
de l'Université Gustave Eiffel.

**Marc PERALDI**  
Ingénieur en mécanique et  
pilote automobile. Instructeur  
certifié Porsche AG, enseignant  
à l'Institut Technologique  
du Mans.

## PROGRAMME

### 1<sup>er</sup> jour: Projet automobile et architecture des véhicules

#### Le projet automobile

- Les grandes étapes du projet
- Les étapes de conception et de Validation
- La Fabrication
- Les Données chiffrées du projet

#### L'architecture d'un véhicule

- Identification des concepts majeurs: roues directrices, essieu(x) moteur(s), liaisons au sol, GMP, positionnement des accessoires
- Extension de cette identification aux véhicules hybrides et de demain
- Critères de choix architecturaux
- Examen détaillé par concept

#### Influence des choix architecturaux sur les prestations

- Influence sur les performances dynamiques
- Influence sur la sécurité passive
- Influence sur l'habitabilité et l'ergonomie. La fabrication

### 2<sup>ème</sup> jour: Dynamique et performances longitudinales – Adaptation Groupe Motopropulseur-Véhicule

#### Présentation générale et rappels de dynamique

- Rappel des éléments de base
- Le bilan des forces en mouvement
- Aérodynamique

#### Eléments de statique

- Répartition de charge
- Positionnement du Centre de Gravité

#### Le pneumatique en longitudinal

#### Motorisation, freinage et accélération

#### L'adaptation Groupe Motopropulseur-Véhicule

- Le moteur
- La transmission
- Emissions – Consommation

#### TD : Détermination d'un étagement de boîte de vitesse

Etude et définition d'une transmission permettant de répondre à un cahier des charges GMP en terme de Performance / Emissions-Consommation.

### 3<sup>ème</sup> jour: Moyens d'assistance à la conduite par Lydie NOUVELIERE

#### Contexte et objectifs des assistances

#### Démarche de l'automaticien pour le développement d'assistances

#### Modélisation pour le contrôle de véhicule

- Modèles de simulation
- Modèles de synthèse pour la commande de véhicule

#### Méthodes et stratégies de contrôle de véhicule

- Véhicule autonome
- Véhicule coopérant
- Partage de la conduite

#### Quelques cas pratiques

- Suivi de véhicule
- Limiteur de vitesse
- Impact sur le trafic

#### Compromis sécurité/économie/écologie

- Optimisation de la consommation énergétique du véhicule
- Sécurité
- Notion d'éco-conduite

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Pièces démonstratives, exercices...

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## LIAISON AU SOL / DYNAMIQUE - LAS

# FREINAGE ET SÉCURITÉ ACTIVE : FUTURS BESOINS ADAS, VÉHICULE AUTONOME ET FREINAGE VACUUM FREE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs qui souhaitent développer leurs connaissances sur les technologies actuelles et futures du Freinage et de la Sécurité Active.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît les fondamentaux des systèmes de freinage et des systèmes de sécurité active. Il connaît les composants et le dimensionnement d'un système de freinage. Il étudie également les systèmes de sécurité active comme l'ABS, l'ESP et les ADAS (Advanced Driver Assistance System) ainsi que leur impact en accidentologie. Les systèmes de freinage du futur nécessaires pour le freinage régénératif des véhicules hybrides et électriques, la voiture autonome et les ADAS sont également abordés.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Richard BRAUN**  
Chef de service de  
développement logiciels NBS/  
ESP. Equipe d'experts software-  
system intervenants sur le  
développement de calculateurs  
ABS / ESP chez BOSCH Drancy.

### PROGRAMME

#### Fondamentaux et dimensionnement du freinage

- La physique du freinage (dimensionnement et performances)
- Les composants du système de freinage (freins à disque/tambour, assistances, répartition, freins de parking automatisé, AFU)
- Mise au point d'un système de freinage (performance, confort, bruyance)

#### Les systèmes de sécurité active et ADAS

- L'ABS et ses évolutions
- Le Traction control TCS
- Le contrôle de trajectoire ESP et ses fonctions additionnelles
- Freinage automatique d'urgence
- Contrôle Global du Châssis

#### Les besoins futurs pour le freinage et la sécurité active

- Evolution de la réglementation
- Freinage régénératif pour véhicules électriques et hybrides
- Le véhicule autonome : impact sur le freinage et la sécurité active

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Exemples : Etude de dimensionnement freinage. Impact des ADAS sur l'accidentologie.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



# LA CONCEPTION FONCTIONNELLE DES MOTEURS À COMBUSTION INTERNE (ESSENCE ET DIESEL)

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux personnes souhaitant développer leurs connaissances générales en matière de motorisation et de conversion d'énergie. Elle est donc bien adaptée aux ingénieurs ou techniciens supérieurs du monde automobile ou souhaitant intégrer le milieu automobile.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît l'architecture du moteur à combustion interne à partir d'une décomposition de ses composants, de ses caractéristiques de conversion d'énergie. Sont également décrits les systèmes de combustion actuels avec leur différentes perspectives d'évolution en matière de performance (downsizing) et de respect de l'environnement (polluants, CO<sub>2</sub>, nouvelles normes €6.2 et sa nouvelle procédure d'homologation WLTP et RDE), ainsi que les impacts fonctionnels / prestations moteur d'une modification de l'architecture moteur (impact de la distribution ou de l'injection par exemple).

**DURÉE DE LA FORMATION**  
4 jours (28 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) et en distanciel

## INTERVENANTS

**Maxime KARRER**  
Responsable Projets  
groupe Stellantis.

**Dr. François MAIRE**  
Expert carburants,  
Responsable du  
service Carburants,  
groupe Stellantis.

## PROGRAMME

### Pré requis sur la thermodynamique

- Manipuler les éléments thermodynamiques du gaz parfait
- Employer le premier et second principe de la thermodynamique, identifier la nature des transformations utilisables
- Construire les cycles thermodynamiques (isothermes, isobares) et les principes de conversion d'énergie
- Distinguer les principaux modes d'inflammation et de combustion

### Généralités sur les moteurs alternatifs

- Reconnaître les différentes classes de moteur thermiques
- Utiliser le vocabulaire du motoriste, analyser les pressions moyennes d'un MCI
- Expliquer le carburant et la combustion, définir la notion de richesse
- Décomposer et examiner les différents rendements d'un moteur à combustion interne (Consommation spécifique)
- Etablir la puissance maximale d'un MCI, montrer les moyens de régler la charge d'un moteur, traduire le remplissage en air d'un moteur
- Recenser les processus de combustion dans les moteurs
- Analyser la thermodynamique du cycle Beau de Rochas (1862, moteur essence)

### Conception et optimisation des moteurs à essence

- Donner les principales contraintes du moteur à essence
- Construire un système d'alimentation en air et optimiser les performances moteur
- Construire un système d'alimentation en essence, injection indirecte basse pression, injection directe haute pression
- Interpréter l'aérodynamique interne et les conséquences sur la combustion
- Décrire la formation des polluants

### Conception et optimisation des moteurs Diesel

- Intégrer la combustion diffusante des moteurs Diesel
- Pratiquer les technologies mises en œuvre (suralimentation, injection, design des pistons)
- Interpréter l'aérodynamique interne des moteurs Diesel
- Décrire les émissions à l'échappement d'un moteur Diesel, comparer avec le moteur à essence

### Aspects normatif et fiscalité du CO<sub>2</sub>

- Recenser les normes dépollution dans le monde
- Détailler la nouvelle procédure d'homologation WLTP et RDE associée aux nouvelles normes européenne €6.2 et suivantes
- Intégrer la fiscalité du CO<sub>2</sub> en France, bonus / malus

### La suralimentation

- Expliquer les principes de la suralimentation (turbo, compresseur)
- Pratiquer la suralimentation par turbocompresseur et thermodynamique associée
- Appliquer des exemples de calcul d'adaptation du turbocompresseur
- Esquisser les évolutions futures du turbocompresseur
- Manipuler la notion de downsizing et d'adaptation moteur / boîte

### Le refroidissement moteur

- Donner la définition, les besoins et rôle de la fonction
- Intégrer la conception et les rappels hydrauliques et thermiques
- Décrire et dimensionner le circuit caloporteur
- Expliquer les différents types de circuits internes (optimisation de la chauffe moteur) et analyser les composants du circuit interne

### Les carburants et les biocarburants

- Définir le paysage et les ressources énergétiques pour le transport
- Décrire la qualité des carburants commerciaux et d'homologation
- Intégrer la normalisation des carburants et directives européennes (essence et gazole)
- Distinguer les biocarburants
- Décomposer l'adéquation carburant / moteur (essence et Diesel)
- Rassembler les moyens analytiques pour caractériser les carburants
- Décrire les contraintes matériaux

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Support Powerpoint.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## GROUPE MOTOPROPULSEUR - GMP

# DÉPOLLUTION ET OBD HOMOLOGATION (USA)

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances sur les émissions de polluants des véhicules, leur post-traitement et l'OBD, ainsi que les différents processus et contraintes liés à l'homologation des véhicules auprès des différentes autorités régionales (par ex. pour les USA : EPA, CARB). A ce titre, elle est particulièrement adaptée aux ingénieurs d'études, qui travaillent chez les constructeurs et équipementiers automobiles ou toute personne souhaitant approfondir et comprendre les aspects techniques des sujets liés à l'actualité automobile.

### Objectifs pédagogiques :

- Examiner et expliquer les moyens de dépollution d'un véhicule automobile.
- Evaluer la surveillance de leur bon fonctionnement par les stratégies On-Board Diagnostics (OBD).
- Interpréter les principales contraintes législatives en termes d'émission des véhicules.
- Mettre en œuvre les procédures liées à l'homologation des véhicules.
- Critiquer les aspects techniques des sujets liés à l'actualité automobile.

### DURÉE DE LA FORMATION

2 jours (14 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Pierre-Yves HASCOET

Ancien responsable  
réglementation, homologation,  
émissions chez Porsche AG,  
expert développement moteur  
chez SYNERIA.

## PROGRAMME

### Emission et dépollution des véhicules automobiles

#### Le post-traitement des gaz d'échappement

- Les émissions polluantes
- Le catalyseur 3-voies
- Le catalyseur d'oxydation (moteur Diesel)
- Le traitement des NOx
- Le Filtre à Particules

### OBD et processus d'homologation

#### Le diagnostic du système de dépollution : On-Board Diagnostics (OBD)

- Tenants et les aboutissants des normes OBD
- Fonctionnement du système OBD
- Contenu et contraintes de la réglementation OBD-I, OBD-II (exigences USA CARB / EPA - EU Euro 6 – China 6)
- Diagnostics : exigences et vérifications (Défauts P-Code, Seuils d'émission, Conformité de production, Ratio IUMPR)

#### Homologation et contraintes législatives

- Processus d'homologation émissions, consommation, OBD (USA – EU...)
- Documentation (OBD, AECD – Defeat Device...)
- Reporting vie série (IUMPR, Defect Reports, In-Use Testing...)
- Particularités (Comprehensive Components)

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Exercices et études de cas.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.





FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## GROUPE MOTOPROPULSEUR - GMP

# BOÎTES DE VITESSES MANUELLES : NOTIONS DE BASE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent un premier niveau de connaissance du « Monde de la boîte de vitesses à commande manuelle », les architectures organiques et le fonctionnement.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire aura reçu une information de base complète sur la raison d'être d'une boîte de vitesses dans la transformation de la puissance du moteur pour animer les roues motrices, quelques rappels historiques, les règles générales d'architecture et de fonctionnement dans sa version à commande manuelle.

La boîte de vitesses est le maillon principal de la chaîne de traction entre le moteur et la roue, y compris l'intégration d'autres éléments comme les moteurs électriques dans le cas d'un hybride.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**René HULIN**  
Ancien responsable en  
conception et développement  
d'organes de Transmission  
pour véhicules de tourisme  
et de compétition au sein  
du groupe PSA PEUGEOT  
CITROËN. Ancien Professeur  
de Transmission à ESTACA et à  
l'École des Moteurs de l'IFP.

### PROGRAMME

#### Généralités

- Pourquoi une boîte de vitesses ? élément de base d'une transmission
- Le «coefficient d'adaptation», les km / 1000tr/mn
- Schéma fonctionnel ; Les fonctions principales et secondaires
- Les paramètres principaux

#### Architecture organique

- Analyse des différentes architectures en automobile, poids lourds et compétition ; Influence de l'architecture voiture et de l'implantation moteur

#### Comment ça marche !

#### L'embrayage

- Analyse fonctionnelle, énergie et filtration
- La commande manuelle ou assistée

#### La boîte à commande manuelle

- Spécificité des engrenages utilisés en automobile ; les aciers et les traitements thermiques
- Les synchroniseurs, crabots et cannelures. La commande interne
- Les commandes extérieures
- Le barillet
- Les carters

#### Le différentiel

- Généralités
- Le différentiel classique à engrenages coniques
- Différentiel à glissement contrôlé

#### Autres applications dérivées de la boîte à commande manuelle

- La compétition
- La boîte manuelle pilotée
- La boîte à deux embrayages

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Pièces démonstratives, exercices, retours d'expérience.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

POUR ALLER PLUS LOIN

Boîtes de vitesses automatiques : marché, fonctionnement et technologies



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## GROUPE MOTOPROPULSEUR - GMP

# BOÎTES DE VITESSES AUTOMATIQUES : MARCHÉ, FONCTIONNEMENT ET TECHNOLOGIES

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs et techniciens supérieurs ayant déjà un bon niveau en mécanique qui souhaitent développer leurs connaissances sur le fonctionnement, les architectures organiques, les technologies et moyens de contrôle des boîtes de vitesses automatiques et des variateurs. Plus généralement elle s'adresse à tous ceux qui veulent en savoir plus sur « le Monde de la boîte automatique ».

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaîtra les grands principes de fonctionnement des différents types de mécanismes de transformation du mouvement utilisés dans les boîtes automatiques et les variateurs ainsi que les moyens de contrôle. Les voies permettant de réduire les coûts d'utilisation et de mieux respecter l'environnement seront explicitées.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**René HULIN**  
Ancien responsable en  
conception et développement  
d'organes de Transmission  
pour véhicules de tourisme  
et de compétition au sein  
du groupe PSA PEUGEOT  
CITROEN. Ancien Professeur de  
Transmission à l'ESTACA et à  
l'Ecole des Moteurs de l'IFP.

## PROGRAMME

### Les boîtes issues des technologies de la boîte manuelle

- La boîte manuelle pilotée
- La boîte à deux embrayages : Principe de fonctionnement et analyse technique d'applications.

### La boîte automatique classique à train planétaire : Architecture organique

- Analyse des différentes architectures :
- Qualités et défauts des choix technologiques
- Influence de l'architecture voiture et de l'implantation moteur

### La liaison avec le moteur

- La tôle d'entraînement
- Le coupleur
- Le convertisseur hydraulique de couple : Description, analyse fonctionnelle, applications ; formules et courbes caractéristiques, pertes...Le lock-up

### Les trains planétaires

- Définition
- Règles de calcul : Formule de WILLIS
- Le graphique de Ravigneaux. Généralisation aux associations de trains simples ou complexes

### La pompe à huile

- Description
- Courbes caractéristiques, pertes...évolutions possibles

### Les dispositifs de contrôle des éléments du train planétaire

- Embrayages
- Freins
- Roues libres

### Le contrôle du système

- Le contrôle mécanique : principe : exemple de réalisation
- Le contrôle hydraulique : principe ; exemple de réalisation
- Le contrôle électronique : principe et potentiel d'évolution; exemple de réalisation

### Autres systèmes

- Les variateurs: Principes et exemples.
- IVT : Infinitely variable transmission

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Pièces démonstratives, exercices...

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## ELECTRIFICATION DU VÉHICULE - ELEC

# TECHNOLOGIE DES VÉHICULES HYBRIDES

**Public et pré-requis :** Cette formation s'adresse aux ingénieurs et techniciens qui souhaitent développer leurs connaissances sur les véhicules hybrides. Il est préférable de connaître Matlab Simulink pour bénéficier pleinement de la 3<sup>ème</sup> journée.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire :

- Possède une vision globale de l'avancement de la technologie des véhicules hybrides (problématique et solutions existantes).
- Distingue les différentes technologies de batteries, leurs performances et leurs contraintes d'usage et de sécurité.
- A utilisé concrètement un outil de modélisation et de gestion de l'énergie des véhicules hybrides.
- Identifie les contraintes liées aux domaines électriques dans l'automobile.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
3 jours (21 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Emmanuel VINOT**

Chargé de Recherche à  
l'Université Gustave Eiffel –  
Modélisation et optimisation  
énergétique des chaînes de  
traction hybride.

**Serge PELISSIER**

Chargé de Recherche à  
l'Université Gustave Eiffel –  
Caractérisation des batteries  
électrique en usage automobile.

**Bruno JEANNERET**

Ingénieur de Recherche à  
l'Université Gustave Eiffel –  
Modélisation et optimisation  
énergétique des chaînes de  
traction hybride.

### PROGRAMME

#### 1<sup>er</sup> jour : Fondamentaux et modélisation

##### Les véhicules hybrides : Pourquoi - comment ?

- Contexte énergétique et environnemental
- Les différentes architectures des véhicules hybrides : avantages/inconvénients
- Les différents types de moteurs électriques utilisés
- Les réductions de CO2 attendus
- Différentes réalisations, focus sur la Prius de Toyota.
- Illustration : quelques résultats de consommation-pollution

##### Modélisation et gestion de l'énergie (4h)

- Approche système énergétique pour la modélisation des véhicules hybrides
- Modélisation des différents organes de la motorisation hybride
- Validation des modèles
- Quelques résultats de simulation
- La gestion de l'énergie : lois empiriques et lois issues de l'optimisation
- Différentes illustrations.

#### 2<sup>ème</sup> jour : «Classification, usage et caractérisation des batteries»

##### Base du fonctionnement, usage et caractéristiques des principales batteries pour la traction

- Les batteries « plomb »
- Les batteries « NiMH »
- Les familles de batteries Lithium
- Les batteries « Sodium »
- Les technologies du futur (nano-structuration, Lithium air, Lithium organique,...)
- Les technologies hybrides (batteries + super-condensateurs)

##### Introduction aux questions de sécurité et de surveillance des batteries Lithium

- Usages des batteries de traction dans les applications automobiles
- Exemples d'accidents récents avec des batteries Lithium
- Sécurité intrinsèque liée aux matériaux
- Sécurité liée à la fabrication des batteries
- Sécurité liée à l'usage des batteries (BMS, équilibrage)
- Sécurité électrique des personnes
- Réglementation pour le transport de batteries Lithium

#### Introduction à la caractérisation du vieillissement des batteries

- Vieillessement calendaire et en cyclage
- Les données des constructeurs sur le vieillissement
- Les tests de caractérisation
- Les tests de vieillissement

#### Exercices : Choix et dimensionnement de batteries dans des applications automobiles.

#### 3<sup>ème</sup> jour : Travaux dirigés

##### TD I : Initiation à la modélisation énergétique des véhicules

- Bref rappel de la modélisation de systèmes dynamiques sous Matlab Simulink
- Construction du modèle d'un véhicule électrique
- Simulation et interprétations
- Construction du modèle d'un véhicule thermique
- Simulation et interprétation

##### TD II : Construction d'un modèle de véhicule hybride

- Construction du modèle de la Toyota Prius
- Simulation et interprétation

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

VEHLIB : Logiciel de modélisation énergétique de chaîne de traction et sa bibliothèque de véhicules sous MATLAB/Simulink.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

POUR ALLER PLUS LOIN

Technologie des véhicules électriques - Véhicule électrique à hydrogène



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## ELECTRIFICATION DU VÉHICULE - ELEC

# LE VÉHICULE ÉLECTRIQUE AU QUOTIDIEN

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances générales sur l'utilisation d'un véhicule électrifié au quotidien. Elle est donc particulièrement bien adaptée aux ingénieurs ou techniciens qui ont déjà un premier niveau de connaissances sur la technique et la conception de base d'un véhicule électrifié.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît les principales caractéristiques liées à la mobilité électrique et à l'utilisation quotidienne d'un véhicule électrifié, les bonnes habitudes à prendre et les erreurs à éviter. Il maîtrise les moyens techniques à disposition pour planifier ses trajets et gérer sa charge, et sait calculer une autonomie réelle en fonction des différents paramètres véhicules.

### DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Marc PERALDI

Ingénieur en mécanique et  
pilote automobile. Instructeur  
certifié Porsche AG, enseignant  
à l'ESTACA et à l'Institut  
Technologique du Mans en  
conception automobile.

### PROGRAMME

#### Planificateur de trajet

- Gestion des longs trajets
- Programmation de parcours
- Lien avec la connectivité véhicule embarquée

#### Bornes de recharges

- Localisation des bornes de recharges
- Compatibilité et moyen de paiement
- Calcul de temps de charge

#### Applications de monitoring véhicules

- Informations disponibles et commandes à distance
- Pré-conditionnement du véhicule
- Pilotage de la charge à distance

#### Gestion quotidienne de la charge batterie

- Bonnes pratiques et erreurs à éviter
- Gestion de l'état de charge en fonction du besoin d'utilisation
- Température de fonctionnement et impact sur l'autonomie

### OBJECTIFS À ATTEINDRE

Maîtriser l'utilisation d'un planificateur de trajet.  
Identifier les bornes de recharges disponibles et leur compatibilité.  
Découvrir les applications de monitoring véhicules.  
Utiliser le système de pré-conditionnement.  
Gérer sa charge batterie au quotidien.

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Exercices et études de cas concret.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## ELECTRIFICATION DU VÉHICULE - ELEC

# LES COMPOSANTS DES VÉHICULES ÉLECTRIFIÉS, LEUR RÔLE ET LEURS INTERACTIONS

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tout public, technique ou 'support' (commercial, finance, achats, ...), concerné par la conception, la validation, la chaîne d'approvisionnement, la fabrication, l'assemblage ou la mise en œuvre de véhicules hybrides et/ou électriques d'une part, et d'autre part, de la chaîne de traction qui leur sont dédiée.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire possède les connaissances fondamentales du contexte et de l'évolution du marché de la mobilité terrestre faisant appel aux véhicules électriques et hybrides, ainsi que les contraintes associées. En outre, le stage permet l'acquisition de connaissances des architectures de ces véhicules électrifiés. La majeure partie du stage est consacrée à la description des composants intervenant dans ces architectures, tels que le moteur, l'onduleur, les batteries et leurs chargeurs. A ce sujet, un point précis est fait sur les différents modes de recharge. Les avantages et inconvénients techniques et financiers des différentes technologies sont illustrés.

### DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Yacine AYD**

Ingénieur en Mécatronique  
Automobile, Technical Engineer  
chez Bentley Motors.

### PROGRAMME

#### Contexte des Véhicules Electrifiés

- Contraintes Ecologiques, Economiques et Sociologiques
- Evolution de la Mobilité des personnes
- Connaître les Perspectives de Marchés

#### Architectures des Véhicules Electrifiés

##### Comprendre les Composants des Véhicules Electrifiés

- Définition des Composants : Machine électrique et son Onduleur, Batterie, Chargeurs, Capteurs et Actionneurs
- Fonction principale des Composants : Rôle, nature de la transformation d'énergie, Interaction entre Composants et transferts d'énergie

#### Interactions entre Composants, et Interfaces dans le Véhicule

#### Fonctionnement, Performance, Bilan énergétique et financier

#### Connaître la fonction de Recharge des Batteries : Matériel et modes de Recharge

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Illustrations des principes, architectures au travers de schémas fonctionnels et images.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

POUR ALLER PLUS LOIN

Technologie des véhicules électriques  
Choix et dimensionnement des systèmes de stockage pour véhicules électriques et hybrides



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## ELECTRIFICATION DU VÉHICULE - ELEC

# TECHNOLOGIE DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES

**Public et pré-requis :** Cette formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances sur les véhicules électriques. Elle permet en outre d'aborder les nouvelles contraintes d'intégration de ces technologies électriques et d'identifier les limites techniques de ces véhicules.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît les grands enjeux environnementaux et technologiques liés à l'introduction des véhicules électriques. Il connaît aussi les différents véhicules électriques (à batteries, avec pile à combustible, hybrides rechargeables) ; les technologies des différents organes de la chaîne de traction des véhicules électriques (batteries, pile à combustible, convertisseurs, moteurs électriques).

### DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Yacine AYD

Ingénieur en Mécatronique  
Automobile, Technical Engineer  
chez Bentley Motors.

### PROGRAMME

#### Les enjeux

- Environnementaux (CO2, pollution de l'air, recyclage), Energétiques, Réglementaires, Fiscalité, évolution de la mobilité

#### Intérêt écologique et économique d'un véhicule électrique

#### Les organes électriques

- Le stockage embarqué
  - batterie différentes technologies (plomb, Ni-MH, Lithium,..)
  - les supercapacités
  - pile à combustible
- Les convertisseurs électroniques de puissance
- Les moteurs électriques
- Infrastructures : points de recharge

#### Les différentes architectures et quelques exemples

- Véhicule à batterie
- Véhicule pile à combustible
- Véhicule hybride rechargeable à dominante électrique

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

TP, exercices...

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

#### POUR ALLER PLUS LOIN

Technologies des véhicules hybrides  
Choix et dimensionnement des systèmes de stockage pour véhicules électriques et hybrides  
Choix et dimensionnement d'une chaîne de traction électrique  
Modélisation d'une chaîne de traction de véhicule électrique  
Véhicule électrique à Hydrogène



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## ELECTRIFICATION DU VÉHICULE - ELEC

# CHOIX ET DIMENSIONNEMENT DES SYSTÈMES DE STOCKAGE POUR VÉHICULES ÉLECTRIQUES ET HYBRIDES

**Public et pré-requis :** Cette formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances sur les véhicules électriques. Elle permet d'approfondir ses connaissances du stockage d'énergie. Il est conseillé, mais pas obligatoire, d'avoir suivi la formation « Technologie des véhicules électriques » auparavant.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît les différentes technologies et spécificités des systèmes de stockage.  
Il sait également établir un cahier des charges spécifique à un véhicule électrique ou hybride en fonction des prestations attendues.

### DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Nassim RIZOUG

Enseignant Chercheur du  
laboratoire 'Mécatronique' de  
l'ESTACA.

### PROGRAMME

#### Dimensions et choix technologique des systèmes de stockage embarqué pour le transport : (VE & VEH)

- Comparaison des caractéristiques technologiques
- Fonctionnement et principe physique des technologies
- Quelle technologie pour quelle application ?
- Dimensionnement d'un système de stockage pour une application de transport
- Modélisation du comportement électrique et thermique des batteries Li-ion
- Modélisation du comportement électrique et thermique des supercondensateurs
- Modélisation du comportement électrique et thermique des PACs.
- Vieillessement et durée de vie des systèmes de stockage (Batterie, Supercondensateur, Pile à combustible, Photovoltaïque,...)
- Intégration du modèle dans une chaîne de traction

#### Hybridation des sources comme solution de développement

- Pourquoi l'hybridation des sources
- Influence de l'hybridation sur les dimensions et la durée de vie de la source
- Influence de l'hybridation sur le comportement dynamique du véhicule
- Bilan et conclusion

**Possibilité d'application sur le système étudié par le client (Formation Intra)**

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Simulateur (Matlab-Simulink), TP, exercices...

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

PRE REQUIS

Technologie des véhicules électriques

POUR ALLER PLUS LOIN

Choix et dimensionnement d'une chaîne de traction électrique  
Modélisation d'une chaîne de traction de véhicule électrique





FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## ELECTRIFICATION DU VÉHICULE - ELEC

# CHOIX ET DIMENSIONNEMENT D'UNE CHAÎNE DE TRACTION ÉLECTRIQUE

**Public et pré-requis :** Cette formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances sur les véhicules électriques. Elle permet d'approfondir ses connaissances dans le domaine de la chaîne de traction électrique. Il est conseillé, mais pas obligatoire, d'avoir suivi la formation « Technologie des véhicules électriques » auparavant.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît les différentes technologies et spécificités des familles de moteurs électriques. Il connaît les limites de fonctionnement d'une machine électrique en association avec son convertisseur électronique de puissance. Il sait également établir un cahier des charges spécifique à un véhicule électrique ou hybride en fonction de prestations attendues.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
1 jour (7 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Nassim RIZOUG,**  
Enseignant Chercheur du  
laboratoire 'Mécatronique'  
de l'ESTACA.

## PROGRAMME

### Introduction

#### Présentation des différentes technologies des moteurs électriques

- Moteur à courant continu
- Moteur synchrone (focus sur la machine brushless à aimants permanents)
- Moteur asynchrone
- Autres technologies (réductance variable, moteur pas-à-pas, nouvelles topologies...)

#### Association convertisseur électronique de puissance – machine électrique

- Pont en H – MCC
- Convertisseur triphasé – Machine à courant alternatif

#### Limites de fonctionnement et performances des moteurs électriques et des ensembles convertisseurs machines

- Pertes dans les moteurs et convertisseurs électroniques de puissance
- Thermique des moteurs et des convertisseurs
- Limites électriques et conséquences dans le plan Couple-Vitesse, notion de défluxage
- Application par la lecture et l'interprétation de différentes documentations fabricants.

#### Dimensionnement d'un moteur de traction pour véhicule électrique

- Etablir un cahier des charges de dimensionnement d'un moteur en fonction des prestations attendues à l'aide d'un outil de modélisation (Simulink)
- Méthodologie de dimensionnement avec une approche « métier »
- Présentation d'une démarche de dimensionnement à l'aide d'un outil d'optimisation

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Simulation (Matlab/Simulink), Etude de cas.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

PRE REQUIS

Technologie des véhicules électriques

POUR ALLER PLUS LOIN

Choix et dimensionnement des systèmes de stockage pour véhicules électriques et hybrides  
Modélisation d'une chaîne de traction de véhicule électrique



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## ELECTRIFICATION DU VÉHICULE - ELEC

# DIAGNOSTIC DES VÉHICULES ÉLECTRIFIÉS

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances en diagnostic des véhicules électrifiés. Au-delà des connaissances de base des véhicules électriques, il est nécessaire d'avoir suivi auparavant le stage « Technologie des véhicules électriques ».

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît les principales caractéristiques des composants électrique, leurs fonctionnalités. Il est capable en cas de dysfonctionnement de recenser les symptômes, d'émettre des hypothèses sur l'origine de celui-ci. Il connaît les méthodes de diagnostic spécifique aux véhicules électrifiés ainsi que les qualifications nécessaires.

### DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Yacine AYD

Ingénieur en Mécatronique  
Automobile, Technical Engineer  
chez Bentley Motors.

### PROGRAMME

#### Introduction

#### Définition des différentes conceptions

- Architecture des véhicules électrifiés
- Fonctionnement des éléments

#### Utilisation client

- Utilisation quotidienne des véhicules
- Limite de fonctionnement

#### Qualifications et habilitations

- Rappel de la législation
- Niveau de qualification obligatoire en fonction des opérations

#### Diagnostic

- Collecte des symptômes et interprétation
- Hypothèses
- Outils pour diagnostic
- Méthode de diagnostic
- Résultat

### OBJECTIFS À ATTEINDRE

Identifier des symptômes pertinents.  
Connaitre les qualifications nécessaires au travail sur les véhicules électriques.  
Savoir utiliser les outils nécessaires au diagnostic.  
Émettre des hypothèses sur le dysfonctionnement.  
Être capable de diagnostiquer un système électrique.

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Exercices et études de cas concrets.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Un quizz de niveau sera effectué en début de stage pour analyser les points forts, et les points à travailler de chaque participant. Un test de contrôle des compétences sera effectué en fin de stage.

POUR ALLER PLUS LOIN

Modélisation d'une chaîne de traction de véhicule électrique



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## ELECTRIFICATION DU VÉHICULE - ELEC

# MODÉLISATION D'UNE CHAÎNE DE TRACTION DE VÉHICULE ÉLECTRIQUE

**Public et pré-requis :** Cette formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances sur les véhicules électriques. Elle permet en outre d'aborder les nouvelles contraintes d'intégration de ces technologies électriques et d'identifier les limites techniques de ces véhicules.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire sait dimensionner une chaîne de traction de véhicule électrique.

### DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Nassim RIZOUG

Enseignant Chercheur du  
laboratoire 'Mécatronique'  
de l'ESTACA.

### PROGRAMME

#### Modélisation d'une chaîne de traction VE

#### Modélisation d'une chaîne de traction VE sous Matlab-Simulink

- Conducteur
- Calculateur
- Variateur
- Actionneur
- Transmission
- Dynamique auto

#### Validation du modèle global pour des cycles normalisés

#### Conclusions et perspectives

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Simulateur (Matlab-Simulink), TP, exercices...

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

#### PRE REQUIS

Technologie des véhicules électriques

#### POUR ALLER PLUS LOIN

Choix et dimensionnement des systèmes de stockage pour véhicules électriques et hybrides  
Choix et dimensionnement d'une chaîne de traction électrique



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

NEW

## ELECTRIFICATION DU VÉHICULE - ELEC

# LE BEV 3<sup>E</sup> GÉNÉRATION 2026 2030 QUELLES TENDANCES ?

**Public et pré-requis :** La formation porte un regard prospectif et s'adresse à tout ingénieur travaillant dans le secteur automobile, et particulièrement aux responsables des équipes d'innovation et des directions du plan qui souhaitent appréhender les évolutions des véhicules électriques dans les prochaines années pour mieux orienter leurs travaux. Aucun prérequis technique n'est nécessaire. Cette formation peut être adaptée à des personnes sans bagage technique, sous réserve d'une homogénéité du groupe.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de cette formation, le stagiaire :

- Maîtrisera les architectures des voitures électriques actuelles,
- Sera capable d'analyser les travaux d'optimisation en cours chez les constructeurs et les équipementiers, en particulier chez les fournisseurs de batteries,
- Sera capable d'appliquer ses acquis, pour analyser la situation de leur entreprise, d'évaluer leur politique technique et de prioriser leurs travaux d'innovation à la lumière des tendances d'évolution des BEV.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
1 jour (7 heures)

**LIEU**  
Présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Emmanuel LANDELONGUE**  
Expert architecture plateforme ;  
(ex Groupe STELLANTIS),  
Enseignant architecture  
automobile STRATE et ICAM.

### ÉLÉMENTS DE CONTEXTE

Le décollage des véhicules BEV est lié à l'arrivée des batteries lithium ion de forte puissance. Dans la première génération (2007 – 2016), la difficulté consistait à trouver des solutions rentables malgré les volumes faibles d'un marché émergent.

Deux voies se sont ouvertes :

- Tesla a proposé des véhicules très haut de gamme, à faible cadence de production, basés sur une nouvelle architecture.
- Les autres constructeurs ont adapté leurs plateformes pour limiter les investissements.

En 2017 – 2018 est apparue la seconde génération de véhicules électriques avec des projets de grande cadence pour répondre au décollage du marché : plateforme dédiée BEV ou variante de plateforme optimisée autour de la version BEV (Tesla 3, Hyundai Kona, puis VAG MEB, Hyundai eGMP, Renault CMF EV...).

Quelles seront les caractéristiques de la troisième génération qui verra le jour post 2025 ?

Après avoir analysée, l'architecture de la seconde génération de BEV, nous étudierons les travaux en cours chez les constructeurs et les équipementiers pour tracer ensemble les différents scénarios envisageables et leur impact sur l'ensemble de la conception automobile.

### PROGRAMME

#### Partie 1 : Analyse de l'architecture des BEV actuels

- La batterie : le talon d'Achille du BEV
- Critère de choix pour la chimie de batterie
- Intégration de la batterie dans le véhicule
- Intégration du e powertrain dans le véhicule
- Traction ou propulsion
- Architecture des liaisons sol pour BEV
- Impact de la recharge
- Package général : écart avec le véhicule thermique

#### Partie 2 : Travaux d'optimisation en cours

- Roadmap chimie
- « Cell to body » – « Cell to chassis » – Répartition fonctionnelle batterie versus caisse en blanc
- Bac aluminium ou bac acier
- Batterie "swapping" - Batterie additionnelle
- Efficience (powertrain, pneumatiques, aérodynamique, thermique, etc.)

#### Partie 3 – Vision prospective

- Contraintes environnementales du BEV (analyse du cycle de vie)
- Etude de différents scénarios d'autonomie des BEV
- Stratégies des plateformes envisageables
- Impact sur l'ensemble de la conception automobile

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentation Powerpoint, vidéos, études de cas, retours d'expérience, travail en sous-groupe, analyse des véhicules en production, présentation de synthèses.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session, sous la forme de QCM en ligne.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## ELECTRIFICATION DU VÉHICULE - ELEC

# ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE POUR L'ÉLECTRIFICATION DES VÉHICULES

**Public et pré-requis :** Cette formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances sur l'électronique de puissance, notamment les enjeux dans les domaines du transport automobile et aéronautique.

Il est conseillé de maîtriser Matlab Simulink pour les simulations le 3<sup>ème</sup> jour, qui sera consacré aux travaux pratiques ou d'avoir suivi au préalable le module d'initiation Matlab Simulink proposé au catalogue (voir partie processus).

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît les principaux composants de l'électronique de puissance, leur rôle et leur interaction. Il est en mesure de connaître les différentes architectures intervenant dans l'électrification des véhicules. Il sera capable d'identifier et d'apporter des solutions aux problèmes liés à l'usage des convertisseurs thermiques

**DURÉE DE LA FORMATION**  
3 jours (21 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78)

### INTERVENANTS

**Zoubir KHATIR**  
Directeur de Recherche,  
Université Gustave Eiffel,  
Responsable du pôle CSEE,  
labo SATIE.

## PROGRAMME

### 1. Introduction à l'électronique de puissance (2h, jour 1)

- Qu'est-ce que l'électronique de puissance ?
- Principes fondamentaux : principe du découpage, rôle des composants actifs, rôle des composants passifs
- Les différents enjeux : la montée en fréquence de découpage, la montée en température de fonctionnement, l'utilisation de composants grands gaps (SiC, GaN)
- Fonctions de base de l'électronique de puissance (les types de conversion)

### 2. Électrification des véhicules et architectures (2h, jour 1)

- Niveau d'hybridation – puissance
- Besoins en électronique de puissance pour les véhicules
- Architectures des véhicules électrifiés, Focus sur les principales structures de conversion : Le chargeur off et on-board (conversion AC/DC, conversion DC/DC, la correction du facteur de puissance, CEM), La traction (hacheur boost, onduleur de traction), Chargeur batterie BT (hacheur buck)

### 3. Les structures de conversion : principes de fonctionnement (3h, jour 1)

- La cellule de commutation : cellule half-bridge, filtrage
- La conversion DC/DC : hacheurs directs et indirects, hacheurs isolés et non-isolés, principe de fonctionnement des divers types de hacheurs (abaisseur, élévateur, buck-boost, Cúk)
- La conversion DC/AC : les onduleurs, la structure half-bridge, le pont en H, l'onduleur triphasé
- La conversion AC/DC
- La commandes des convertisseurs

### 4. Conception des convertisseurs : problèmes et enjeux (7h, jour 2)

- Le rendement : Les composants de l'électronique de puissance : les composants passifs (caractéristiques, performances, calculs de pertes, éléments dimensionnant), les composants actifs (caractéristiques statiques et dynamiques, performances, les familles de composants, calculs de pertes, éléments dimensionnant), exemple de dimensionnement de composants pour un convertisseur DC/DC

- La thermique : Origine des problèmes thermiques, le transfert de chaleur dans les systèmes de conversion, limites en température, modélisation thermique par réseau RC (Cauer et Foster), notion d'impédance thermique, calculs d'élévation de température, le cyclage de puissance et la fatigue thermique, dimensionnement du refroidissement
- La CEM : origine des problèmes, les perturbations conduites et rayonnées, les mécanismes de couplage, les éléments parasites dans un convertisseur DC/DC, calculs d'éléments parasites, règles de conception, filtrage
- Les outils de simulations et de conception : PSIM, Matlab/Simulink, Simplorer, Pspice

### 5. TP sur matlab/simulink (jour 3)

- Dimensionnement thermique : Gestion thermique d'un MOSFET
- Dimensionnement d'un hacheur élévateur
- Redresseur sur charge résistive
- Redresseur sur charge inductive
- Onduleur monophasé à commande décalée

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

MATLAB/Simulink pour la troisième journée.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

PRE REQUIS

Technologie des véhicules électriques

POUR ALLER PLUS LOIN

Choix et dimensionnement des systèmes de stockage pour véhicules électriques et hybrides  
Modélisation d'une chaîne de traction de véhicule électrique



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## ELECTRIFICATION DU VÉHICULE - ELEC

# ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE POUR L'ÉLECTRIFICATION DES VÉHICULES

**Public et pré-requis :** Cette formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent approfondir leurs connaissances sur l'électronique de puissance. Il est conseillé d'avoir suivi le module d'initiation sur l'électronique de puissance Niveau 1 consacré aux principes de fonctionnement des convertisseurs. Il est recommandé de maîtriser Matlab Simulink pour les simulations le 3<sup>ème</sup> jour, qui sera consacré aux travaux pratiques ou d'avoir suivi au préalable le module d'initiation Matlab Simulink proposé au catalogue (voir partie processus).

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît les principaux composants de l'électronique de puissance, leur rôle et leur interaction, notamment le rôle du convertisseur. Il est en mesure de connaître les différentes architectures intervenant dans l'électrification des véhicules. Il sera capable d'identifier et d'apporter des solutions aux problèmes liés à l'usage des convertisseurs thermiques. Il aura la capacité de maîtriser les différentes technologies de commande et de refroidissement, et il sera en mesure de dimensionner les différents composants.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
3 jours (21 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78)

### INTERVENANTS

**Zoubir KHATIR**  
Directeur de Recherche,  
Université Gustave Eiffel,  
Responsable du pôle CSEE,  
labo SATIE.

## PROGRAMME

### Les composants de l'électronique de puissance (jour 1)

- Physique et technologie des composants actifs :
  - Notions physiques importantes,
  - Principe de fonctionnement de la jonction PN,
  - Technologie, principe de fonctionnement et caractéristiques statiques et dynamique de la diode bipolaire (PIN), du transistor MOSFET, du transistor IGBT,
  - Les technologies SiC et GaN, leurs performances, leurs problématiques
- Les modules de puissance : technologies, ses différentes fonctions : électromagnétique, thermique, mécanique, les profils de stress, la fatigue thermique, le vieillissement
- Les outils de simulations : PSIM, Matlab/Simulink, Simplorer, Pspice, Q3D extractor
- Les tendances pour le futur des composants

### La conversion de puissance (5h, jour 2)

- Conversion AC-DC :
  - Redresseurs commandés et non commandés, principales caractéristiques
  - Ponts redresseurs triphasés à diodes, rôle de la capa de découplage et inductance d'entrée, calcul d'une capa de découplage dans différentes conditions (pleine charge continue, surcharge, en accélération moteur)
  - Ponts redresseurs triphasés à thyristors, influence de l'inductance d'entrée
- Conversion DC-DC :
  - Les différents types de hacheurs (directs : buck, boost, indirects : buck-boost, Cùk)
  - Hacheurs isolés et non isolés
  - Push-Pull
  - La commande
- Conversion DC-AC :
  - Topologies, types de convertisseurs, onduleurs monophasés, triphasés,
  - Techniques de commande PWM, SPWM, numérique, vectorielle
  - Commutations douces/dures et les effets sur : les pertes, la CEM, les surtensions et sur les intensités
  - Les onduleurs multi-niveaux

### Les technologies de commande et de refroidissement, dimensionnement thermique et CEM (2h, jour 2)

- Commande isolées, technologie des drivers, les montages flottants
- Réduction des harmoniques, optimisation de la commande vis-à-vis du rendement
- Calcul des pertes, dimensionnement des composants, dimensionnement thermique,
- Types et techniques de refroidissement
- CEM, filtrage

### TP sur matlab/simulink (jour 3)

- Conception d'un convertisseur DC-AC : calculs préliminaires, dimensionnements (électrique, CEM, thermique), simulation
- Modélisation et simulation d'une commande vectorielle et SPWM pour un onduleur
- Stress thermique cyclique : power cycling
- Modélisation thermique par réseau RC

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

MATLAB/Simulink pour la troisième journée.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

### PRE REQUIS

Technologie des véhicules électriques  
Electronique de puissance pour l'électrification des véhicule - Niveau 1  
Initiation Matlab Simulink

### POUR ALLER PLUS LOIN

Choix et dimensionnement des systèmes de stockage pour véhicules électriques et hybrides  
Modélisation d'une chaîne de traction de véhicule électrique



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## VECTEUR D'ENERGIE - HYD

# ENJEUX DE L'HYDROGÈNE, ÉCOSYSTÈME & GÉOPOLITIQUE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leur expertise sur le monde de l'hydrogène, aborder les nombreuses nuances, approches et complexités, et bénéficier d'analyses aussi bien technologiques qu'industrielles, économiques et géopolitiques. Elle se destine à la fois à des profils ingénieurs, managers ou commerciaux. Un background scientifique est préférable mais pas indispensable, les bases chimiques et physiques étant reposées au début du module.

**Objectifs pédagogiques :** À l'issue de la formation, le stagiaire connaît les méthodes et enjeux de production, distribution et stockage d'hydrogène, l'état de l'art industriel, le business existant et celui qui se construit, les enjeux géopolitiques et stratégiques, ainsi que les retombées économiques et sociales. Puis, il maîtrise de façon plus profonde l'état des lieux à échelle mondiale du marché de l'hydrogène pour les transports, avec ses perspectives, incertitudes et principaux freins et leviers.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
5 jours (35 heures)

**LIEU**  
Présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Loïc BONIFACIO**  
Anciennement analyste marketing chez un équipementier automobile, spécialisé sur les enjeux d'énergie-climat, la géopolitique de l'hydrogène et son marché pour les transports. Membre des collectifs Pour un Réveil Écologique et Aéro Décarbo, en charge d'éléments de vulgarisation et d'analyse, notamment sur l'hydrogène et les transports.

## PROGRAMME

### JOUR 1 / 5 : VISION D'ENSEMBLE

#### Conférence d'introduction

- Présentation & tour de table des attentes
- Idées reçues
- Analyses de quelques discours
- Conférence d'introduction (2h + Q/R, balaye de façon succincte l'ensemble des sujets de la formation)

#### Contexte scientifique

- Bases physiques & chimiques
- Un peu d'histoire
- Principales ressources

### JOUR 2 / 5 : HYDROGÈNE & CLIMAT

#### Changement climatique – rappel des principales problématiques

- GIEC
- Volets I & II (culture)
- Volet III (réduction des émissions)

#### Méthodes & perspectives pour la production d'hydrogène

- L'hydrogène parmi les sources et vecteurs d'énergie
- Production d'H<sub>2</sub> : approche physique
- Production d'H<sub>2</sub> : approche économique
- Production d'H<sub>2</sub> : approche politique
- Production d'H<sub>2</sub> : synthèse & perspectives

#### Distribution de l'hydrogène & différents marchés

- Stockage, transport & distribution
- L'hydrogène comme vecteur
- L'hydrogène comme réactif
- Hydrogen Ladder : ordres de grandeurs & priorités

### JOUR 3 / 5 : MATÉRIAUX & BILANS CARBONE

#### Matériaux : quels enjeux, contraintes & implications

- Ressources, réserves & criticité
- Propriété intellectuelle & enjeux géopolitiques
- Contraintes industrielles & conséquences sur les marchés
- Perspectives & synthèses sur les problématiques matériaux-énergie

#### Bilans carbone & Analyses du Cycle de Vie

- Lecture & méthodologie d'une ACV
- Technologies des chaînes d'énergie
- Cas d'étude : véhicule hydrogène
- BEV vs FCEV : analyse comparative & perspectives politiques
- Conclusions & extrapolation des résultats

### JOUR 4 / 5 : MARCHÉ DES TRANSPORTS

#### Automobile, aéronautique, ferroviaire & maritime

- L'hydrogène pour l'automobile
- L'hydrogène pour l'aéronautique
- L'hydrogène pour les poids-lourds & le ferroviaire
- L'hydrogène pour le maritime

### JOUR 5 / 5 : POLITIQUES, SYNTHÈSES & CONCLUSIONS

#### Politiques de l'hydrogène

- Contexte énergétique & politique selon les régions du monde
- Compilation des principales annonces
- Analyse de la technologie concurrente (électrification par batteries)

#### Synthèses & conclusions

- Synthèse des approches possibles
- Bilan des cas d'études & synthèses intermédiaires
- Conclusions
- Pour aller plus loin

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentation PowerPoint, Vidéos, Études de cas, Exercices et Quiz.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Des évaluations de validation des acquis avec retour du formateur sont réalisées au fur et à mesure et à la fin de la session, sous la forme de QCM en ligne.





FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## VECTEUR D'ENERGIE - HYD

# VÉHICULE ÉLECTRIQUE À HYDROGÈNE

**Public et pré-requis :** Cette formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances sur les véhicules électriques alimentés par l'hydrogène. Elle permet en outre d'aborder les nouvelles contraintes d'intégration de ces technologies électriques et d'identifier les limites techniques de ces véhicules.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation le participant connaît les différentes technologies de production et d'utilisation de l'Hydrogène dans les transports terrestres.

### DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) et en distanciel

### INTERVENANTS

#### Yacine AYD

Ingénieur en Mécatronique  
Automobile, Technical Engineer  
chez Bentley Motors.

### PROGRAMME

#### Description de l'hydrogène

- Historique
- Informations techniques
- Propriétés chimiques

#### Production de l'hydrogène

- Electrolyse de l'eau
- Reformage d'hydrocarbures
- Photosynthèse
- Modes de production de demain

#### Stockage et transport d'hydrogène

- Stockage gazeux
- Stockage cryogénique (liquide)
- Stockage solide (hydrures métalliques)
- Transport et distribution

#### Utilisation de l'hydrogène dans les transports

- Moteur à combustion
- Pile à combustible
- Stockage embarqué
- Architecture des différents véhicules
- Marché de niche et marché de masse

#### Conclusion et perspectives

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

POUR ALLER PLUS LOIN

Technologies des véhicules hybrides - Technologie des véhicules électriques



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## VECTEUR D'ENERGIE - HYD

# PRODUCTION ET VIABILITÉ DE L'HYDROGÈNE DANS LES TRANSPORTS

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent approfondir leurs connaissances sur la production d'hydrogène. Il est nécessaire d'avoir suivi la formation « Véhicule électrique à hydrogène ».

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît les enjeux économiques et énergétiques liés à la production d'hydrogène ainsi que les procédés de production et de transport de l'hydrogène. Le stagiaire sera en mesure de connaître et d'appréhender :

- Les contextes et enjeux du véhicule électrique à hydrogène,
- Les procédés de fabrication de l'hydrogène,
- Le transport et stockage de l'hydrogène,
- Les coûts et bilans énergétiques de la production.

### DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Yacine AYD

Ingénieur en Mécatronique  
Automobile, Automotive  
Technical Engineer chez  
Bentley Motors.

#### Nassim RIZOUG

Référent scientifique sur les  
sujets liés à l'Hydrogène,  
Enseignant Chercheur HDR à  
l'ESTACA- Pole Systèmes et  
énergies embarquées pour le  
transport –S2ET.

### PROGRAMME

#### Introduction

- Historique des technologies utilisées dans automobiles

#### Contexte des véhicules électrifiés

- Contexte politique
- Enjeux énergétiques et économiques

#### Description de l'hydrogène

- Propriétés chimiques
- Caractéristiques
- Procédé chimique de la pile à combustible

#### Production et transport de l'hydrogène

- Procédés de production (Electrolyse/Reformage/Photosynthèse)
- Les différentes formes de stockages (gazeux/liquides/solides)
- Distribution de l'hydrogène
- Stockage embarqué de l'hydrogène
- Dangerosité

#### Coût et bilan énergétique

- Quelle place pour cette technologie ?
- Bilan énergétique du puis à la roue
- Coût et viabilité de cette technologie dans l'automobile
- Comparaison énergétique Essence/Diesel/Hybride/BEV/Hydrogène

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentation PowerPoint, illustration et schématisation.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Un quizz de niveau sera effectué en début de stage pour analyser les points forts, et les points à travailler de chaque participant. Un test de contrôle des compétences sera effectué en fin de stage.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## VECTEUR D'ENERGIE - HYD

# PILES À COMBUSTIBLE POUR LE TRANSPORT : TECHNOLOGIE, DIMENSIONNEMENT

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances sur la pile à combustible appliquée aux transports. Les notions abordées permettront ensuite d'approfondir le sujet, afin de dimensionner/intégrer ou contrôler des systèmes pile à combustible, ou simplement de comprendre les enjeux/challenges face aux autres technologies de powertrain (BEV, hybride...).

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation le stagiaire connaîtra les leviers principaux pour le dimensionnement d'un système pile à combustible, et aura des ordres de grandeur de rendement, densité de puissance, durée de vie. En plus de connaître les composants de la pile, il aura également une vision du système pile à combustible (composants principaux et gestion : Démarrage, arrêt, chauffe, appel de puissance...). Enfin, nous verrons des exemples concrets présents sur le marché.

### DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Gauthier QUENEY

Expert Powertrain chez Faurecia Clean Mobility. Formation de motoriste (énergétique), première expérience en dimensionnement/contrôle des systèmes de dépollution des moteurs Diesel. Puis transition vers le Zéro Emission avec le dimensionnement/hybridation de piles à combustibles pour le transport routier, et la gestion des piles dans le but d'améliorer leur durabilité.

#### Nassim RIZOUG

Référent scientifique sur les sujets liés à l'Hydrogène, Enseignant Chercheur HDR à l'ESTACA- Pole Systèmes et énergies embarquées pour le transport –S2ET.

### PROGRAMME

#### Contexte

- Objectifs CO2 mondiaux pour les transports (voitures particulières, véhicules commerciaux)
- Powertrain mix
- Production / Stockage / Distribution d'hydrogène

#### Technologies PAC et principe de fonctionnement

- Oxydation / Réduction / Potentiels électrochimiques
- Courbe de polarisation
- Comparaison des technologies PAC : combustible, plage d'utilisation (puissance, température), rendement

#### La PEMFC

- Composants / Cellule
- Stack
- Enjeux et perspectives d'évolutions
- Exemples : Toyota Mirai Gen1 et Gen2, Hyundai Nexa

#### Le système PAC

- Boucle anodique (Hydrogène), recirculation, purges
- Boucle cathodique (Air), suralimentation, humidification externe/interne
- Boucle de refroidissement
- Circuit électrique et conversion de puissance

#### Dimensionnement et hybridation des PAC pour une application de transport (exemple camion heavy-duty)

- Architectures hybrides / Relation PAC et Batterie / Modes de fonctionnement
- Contraintes performances / rendement / durabilité
- Densité de puissance / énergie

### OBJECTIFS À ATTEINDRE

La formation a pour but de mettre en évidence les bénéfices/contraintes liées à l'utilisation de piles à combustible dans le transport routier. Le Powertrain constitué d'un système pile à combustible, d'une batterie, de convertisseurs et d'un moteur électrique devra respecter les requis de performances, durabilité et rendement imposés par le cahier des charges du véhicule.

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Animation autour d'une présentation. Traitement d'exemples.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

PRE REQUIS

Pile à combustible dans les transports : Gestion et Intégration



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## VECTEUR D'ENERGIE - HYD

# PILES À COMBUSTIBLE POUR LE TRANSPORT : INTÉGRATION, GESTION

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances sur la pile à combustible appliquée aux transports. Les notions abordées permettront ensuite d'approfondir le sujet, afin de dimensionner/intégrer ou contrôler des systèmes pile à combustible, ou simplement de comprendre les enjeux/challenges face aux autres technologies de powertrain (BEV, hybride...).

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation le stagiaire connaîtra les leviers principaux pour le dimensionnement d'un système pile à combustible, et aura des ordres de grandeur de rendement, densité de puissance, durée de vie. En plus de connaître les composants de la pile, il aura également une vision du système pile à combustible (composants principaux et gestion : Démarrage, arrêt, chauffe, appel de puissance...). Enfin, nous verrons des exemples concrets présents sur le marché.

### DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Gauthier QUENEY

Expert Powertrain chez Faurecia Clean Mobility. Formation de motoriste (énergétique), première expérience en dimensionnement/contrôle des systèmes de dépollution des moteurs Diesel. Puis transition vers le Zéro Emission avec le dimensionnement/hybridation de piles à combustibles pour le transport routier, et la gestion des piles dans le but d'améliorer leur durabilité.

#### Nassim RIZOUG

Référent scientifique sur les sujets liés à l'Hydrogène, Enseignant Chercheur HDR à l'ESTACA- Pole Systèmes et énergies embarquées pour le transport –S2ET.

### PROGRAMME

#### Contraintes d'intégration de la pile à combustible dans le véhicule

- Intégration dans le circuit de refroidissement du véhicule (boucles haute/moyenne/basse température, aérotherme, refroidisseur d'air de suralimentation)
- Intégration dans la chaîne de traction électrique (convertisseurs)
- Exemples : Toyota Mirai Gen1 et Gen2, Hyundai Nexo

#### Gestion thermique / hygrométrie et électrique de la PAC – Conditions opératoires

- Stoechiométrie, Humidité relative / Dew point, Pression et Température
- Démarrage/arrêt/ralenti
- Opération normale
- Fortes puissances / intérêt de l'hybridation
- Durabilité
- Exemples : Toyota Mirai Gen1 et Gen2, Hyundai Nexo, Camion Heavy-Duty

#### Gestion de la sécurité H2

- Aspect réglementaire / Risque
- Capteurs H2 : caractéristiques / emplacement
- Bornes de recharge

#### Durée de vie / entretien / recyclage

- Durabilité : gestion au niveau composant, au niveau contrôle
- Entretien et recyclage

### OBJECTIFS À ATTEINDRE

La formation a pour but de mettre en évidence les bénéfices/contraintes liées à l'utilisation de piles à combustible dans le transport routier. Le Powertrain constitué d'un système pile à combustible, d'une batterie, de convertisseurs et d'un moteur électrique devra respecter les requis de performances, durabilité et rendement imposés par le cahier des charges du véhicule.

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Animation autour d'une présentation. Traitement d'exemples.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

PRE REQUIS

Piles à combustible pour le transport : technologie, dimensionnement



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

NEW

## VECTEUR D'ENERGIE - HYD

# ANALYSE DES POLITIQUES HYDROGÈNE & PRINCIPALES PERSPECTIVES

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leur expertise sur le monde de l'hydrogène et plus particulièrement ses nombreuses politiques. Elle se destine à la fois à des profils ingénieurs, managers ou commerciaux. Un background scientifique est préférable mais pas indispensable, les bases chimiques et physiques étant reposées au début du module.

**Objectifs pédagogiques :** À l'issue de la formation, le stagiaire connaît les principales problématiques politiques, possède un tour d'horizon à échelle mondiale des annonces importantes, ainsi que des clés de lecture et d'analyse sur les relations entre pays, particularités de chaque région, enjeux à l'œuvre, le tout jusqu'au suivi des politiques en cours et l'étude prospective de ce que l'avenir peut nous réserver.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
1 jour (7 heures)

**LIEU**  
Présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Loïc BONIFACIO**  
Anciennement analyste marketing chez un équipementier automobile, spécialisé sur les enjeux d'énergie-climat, la géopolitique de l'hydrogène et son marché pour les transports. Membre des collectifs engagés Pour un Réveil Écologique et Aéro Décarbo, en charge d'éléments de vulgarisation et d'analyse, notamment sur l'hydrogène.

### PROGRAMME

#### Bases & rappels

- Contexte énergétique & climatique
  - Grands accords et références
  - Synthèse des enjeux d'énergie, matériaux et climat
  - Leviers de décarbonation
- Monde de l'hydrogène
  - Caractéristiques physiques intrinsèques et contexte historique
  - Hétérogénéité géographique, engouement politique et incertitudes industrielles

#### Tour d'horizon

- 16 régions – Principales annonces
  - Japon
  - Corée-du-Sud
  - Chine
  - Union Européenne
  - Allemagne
  - France
  - Royaume-Uni
  - Reste de l'Europe
  - Californie
  - États-Unis
  - Canada
  - Australie
  - Arabie
  - Maroc
  - Chili
  - Reste du monde
- Grille de lecture
  - Contexte énergétique et géopolitique
  - Aspects financiers
  - Priorisations industrielles
  - Temporalité, attentes et retombées
  - Relations et partenariats
  - Actions en cours et perspectives

#### Synthèse & analyse prospective

- Alliances & profils
  - Marché de l'import-export d'hydrogène
  - Grandes puissances industrielles : marchés domestiques et exportation
  - Positions politiques, différences et rapprochements
- Tendances & évolutions
  - Diversification ou définition de priorités
  - Soutien domestique et souveraineté industrielle
  - Concurrences technologiques et déploiements sur les marchés
- Conclusions

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentation PowerPoint, Vidéos, Études de cas, Exercices et Quiz.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Des évaluations de validation des acquis avec retour du formateur sont réalisées au fur et à mesure et à la fin de la session, sous la forme de QCM en ligne.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

NEW

## ANALYSES PROSPECTIVES

# ANALYSES PROSPECTIVES & ENJEUX DE L'APPROVISIONNEMENT ÉNERGÉTIQUE POUR LES TRANSPORTS

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent comprendre le monde de l'énergie et de façon générale ses implications avec l'ensemble des transports, la société et son économie. Elle se destine à la fois à des profils ingénieurs, managers ou commerciaux. Un background scientifique est préférable mais pas indispensable, les bases chimiques et physiques étant reposées lorsque nécessaire.

**Objectifs pédagogiques :** À l'issue de la formation, le stagiaire détient, sur base de démonstrations, exemples et extrapolations, des clés de lecture sur l'approvisionnement en énergie des transports. Il connaît également les principales limites, solutions et enseignements qu'il est possible de ressortir de la littérature actuelle et de celle qui se construit. Enfin, il possède des pistes d'analyse quant au caractère prospectif du sujet.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
1 jour (7 heures)

**LIEU**  
Présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Loïc BONIFACIO**  
Anciennement analyste marketing chez un équipementier automobile, spécialisé sur les enjeux d'énergie-climat, la géopolitique de l'hydrogène et son marché pour les transports. Membre des collectifs engagés Pour un Réveil Écologique et Aéro Décarbo, en charge d'éléments de vulgarisation et d'analyse, notamment sur l'hydrogène.

## PROGRAMME

### Introduction

- Prenons un exemple emblématique
  - Biocarburants dans l'aérien : ok, sujet facile
  - ZEROe, avion hydrogène et écosystème industriel : problème résolu ?
  - Production d'hydrogène, d'énergie au sens large et grands scénarios : éléments de base
  - Pré-étude et ordres de grandeurs

- Maintenant, extrapolons
  - Transports et énergie : une relation intense et complexe
  - Le reste de l'économie, l'ensemble de la société... rien n'y échappe

### Des limites en tout genre

- Lois de la physique
  - Rendements thermodynamiques
  - Notion d'entropie
- Entre physique et économie
  - EROI : Energy Return On Investment
  - Densité de ressources et innovation technologique
  - Atteintes de limites, flux physiques et cours des marchés

- Industrie et temporalité
  - TRL : Technology Readiness Level
  - Compétences et temps de formation
  - Durées de vie et vitesses de déploiement industrielles

### Des solutions pourtant bien connues

- Transfert modal
  - Intensité énergétique selon les modes de transports
  - Analyse des critères concurrentiels actuels
- Optimisation
  - Dimensionnement véhicule
  - Taux de remplissage
- Sobriété
  - Priorisation des usages
  - Arbitrages sur des ressources partagées

### Synthèse & enseignements

- Politiques & considérations actuelles
  - Questions de durabilité du modèle en cours
  - Lois physique et capacités industrielles : limites dures
  - Critères concurrentiels et constructions économiques : limites molles
- Perspectives d'évolutions
  - « Le poisson qui bouge... »
  - Différents discours
  - Études passées, en cours et à venir sur le sujet
- Conclusions

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentation PowerPoint, Vidéos, Études de cas, Exercices et Quiz.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Des évaluations de validation des acquis avec retour du formateur sont réalisées au fur et à mesure et à la fin de la session, sous la forme de QCM en ligne.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

NEW

## ENVIRONNEMENT - ENV

# ANALYSE DE CYCLE DE VIE ET ÉCONOMIE CIRCULAIRE

**Objectifs pédagogiques :** À l'issue de la formation, le stagiaire a conscience de la finalité de l'ACV, de sa puissance et de son champ d'utilisation actuel dans le secteur automobile. Il a connaissance de son intérêt futur à un niveau réglementaire européen. Il connaît de très nombreux ordres de grandeur d'impact différenciés par motorisation et segmentation véhicule. Il est capable d'exprimer un regard critique sur tout document relatif à l'impact environnemental d'un véhicule routier. Il a conscience du cadre politique, économique et sociétal nécessaire à l'émergence de l'Économie circulaire. Il est capable d'exprimer des éléments clairs d'objectivation ayant menés aux choix du véhicule électrique à batterie en Europe. Il connaît l'état de l'art de la batterie, de ses chimies, de ses acteurs mondiaux, du recyclage et des défis à venir sur ce sujet.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
Présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Louis-Pierre GEFFRAY**  
Formé aux enjeux énergie-climat, anciennement indépendant travaillant sur les questions d'analyse de cycle de vie spécifique à la mobilité routière. À présent expert mobilité au sein de la Plateforme Mobilité en Transition de l'IDDRI Institut du Développement Durable et des Relations Internationales.

**Jean-Philippe HERMINE**  
Ancien Directeur de la Stratégie Environnement du Groupe Renault. Anime au sein de l'IDDRI une plateforme multi acteurs sur l'électrification et la décarbonation de la mobilité, avec le soutien de la Fondation européenne pour le climat (ECF).

### PUBLIC ET PRÉREQUIS

La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leur expertise sur le champ de l'ACV, aborder les détails méthodologiques, connaître les ordres de grandeur spécifique à l'automobile et approfondir leurs connaissances sur la compréhension et l'évolution contemporaine du secteur en lien avec le défi colossal de la décarbonation.

Elle se destine à la fois à des profils ingénieurs, managers ou commerciaux. Un background scientifique est préférable mais pas indispensable, les bases physiques étant rappelées ou explicitées si nécessaire.

### PROGRAMME

#### Une nouvelle donne réglementaire au sein de l'Union Européenne : Le Green Deal

- CAFE
- Euro7
- AFIR
- ETS & ETS2
- Règlement batterie
- MACF
- REDII
- Règlement VHU
- ETD

#### Un outil d'aide à la prise de décision en voie d'harmonisation

- L'ACV un outil déjà commun chez les constructeurs – Rapport Climat Renault
- GHG Protocol
- Norme ISO

#### Présentation de l'outil ACV

- Décomposition de l'outil sur les phases de vie produit
- Indicateurs environnementaux couverts
- Empreinte carbone et scope
- Sources de données : primaires et génériques (Base Gabi)
- Les bonnes questions à se poser à la lecture d'un rapport ACV

#### Étude de cas : Groupe Renault

- Indicateurs environnementaux du Groupe
- Objectivation des choix technologiques
- Définition d'un prix interne du carbone
- Cohérence de la démarche auprès des parties prenantes – SBTi
- Ordres de grandeurs d'impact : Renault Zoé, Twizy, Clio V Tce

#### Mise en perspective des évolutions du secteur automobile

- Refactory – Flins
- Démarche d'Éco-conception et cadre nécessaire à son implémentation
- Exercice pratique : composition matière caisse véhicule
- Rétrofit
- Allongement de la durée de vie véhicule
- Dissociation de la création de valeur de la transformation de matière

#### Arrêt sur image : le choix de la batterie de traction

- Composition matière d'une cellule et architecture
- Chimies de cathode et performance comparées
- Acteurs actuels et futurs de la production de batterie
- Impacts à la fabrication, durée de vie et recyclabilité
- Projets industriels sur la filière recyclage

#### Enjeux matières et recyclage : Économie circulaire

- Projet Generate, focus : cuivre, cobalt, lithium, terres rares, nickel
- Composition matière véhicule
- État de l'art de la filière recyclage
- Le défi technico-économique sous-jacent pour une filière plus performante

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentation PowerPoint, Vidéos, retours d'expériences, études de cas et calculs simples.





FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

NEW

## ENVIRONNEMENT - ENV

# BILAN CARBONE DANS LES TRANSPORTS (VERSION 1 JOUR)

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous les employés amenés à traiter, de près ou de loin, des ACV (ou bilans carbone, si le focus n'est porté que les émissions de gaz à effet de serre). Elle se destine donc à la fois à des profils ingénieurs, managers ou commerciaux, même si ces premiers seront a priori les plus concernés. Un background scientifique est préférable mais pas indispensable, les bases chimiques et physiques étant reposées lorsque nécessaire.

**Objectifs pédagogiques :** À l'issue de la formation, le stagiaire possède les notions clés relatives aux ACV, tout en ayant pu observer quelques exemples concrets et mettre rapidement en application. Le contexte scientifique, industriel et politique lui a également été rappelé, lui permettant d'avoir une synthèse des éléments importants.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
1 jour (7 heures)

**LIEU**  
Présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Loïc BONIFACIO**  
Anciennement analyste marketing chez un équipementier automobile, spécialisé sur les enjeux d'énergie-climat, l'hydrogène et les ACV (Analyses du Cycle de Vie). Membre des collectifs engagés Pour un Réveil Écologique et Aéro Décarbo, en charge d'éléments de vulgarisation et d'analyse, principalement sur les transports, l'énergie et les bilans carbone.

### PROGRAMME - VERSION CONDENSÉE

#### Introduction

- Tour de table & présentation
- Contexte scientifique
  - Émissions de CO2 & changement climatique
  - Accord de Paris & autres COP
  - Rapports du GIEC
- Contexte industriel
  - Annonces Commission Européenne
  - Questions de neutralité carbone
  - Demandes clients

#### Analyses du Cycle de Vie

- Méthodologie
  - Construction & lecture d'une ACV
  - Principales notions & définitions
- Cas d'applications simples

#### Cas d'étude : rapport de l'ADEME

- Présentation de l'étude
  - Comparaison des bilans – Véhicules thermiques, électriques & hydrogène
  - Principales sensibilités
  - Quelques limites
- Calculs dérivés & personnalisation du modèle
  - Modification des dimensionnements selon le CDC
  - Mise en application
- Extrapolation
  - Au-delà de l'automobile
  - Au-delà de la France

#### Clôture

- Ouverture sur les autres impacts environnementaux
  - Rappel des principaux effets hors-CO2
  - Différents impacts environnementaux, autres que le changement climatique
  - Questions de méthodologie pour gérer les différents indicateurs
- Évaluation
- Conclusions & debrief
- Pour aller plus loin

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentation PowerPoint, Vidéos, Études de cas, Exercices et Quiz.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Des évaluations de validation des acquis avec retour du formateur sont réalisées au fur et à mesure et à la fin de la session, sous la forme de QCM en ligne.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

NEW

## ENVIRONNEMENT - ENV

# BILAN CARBONE DANS LES TRANSPORTS (VERSION 2 JOURS)

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous les employés amenés à traiter, de près ou de loin, des ACV (ou bilans carbone, si le focus n'est porté que les émissions de gaz à effet de serre). Elle se destine donc à la fois à des profils ingénieurs, managers ou commerciaux, même si ces premiers seront a priori les plus concernés. Un background scientifique est préférable mais pas indispensable, les bases chimiques et physiques étant reposées lorsque nécessaire.

**Objectifs pédagogiques :** À l'issue de la formation, le stagiaire possède les notions clés relatives aux ACV, tout en ayant pu observer quelques exemples concrets et mettre en application. Le contexte scientifique et politique lui a également été rappelé, lui permettant d'avoir une synthèse des éléments importants. Par rapport à la version d'une journée, ce module développe les mises en application, le contexte autour des enjeux, ainsi que les différents types de besoins, et modèles pour y répondre.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
Présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Loïc BONIFACIO**  
Anciennement analyste marketing chez un équipementier automobile, spécialisé sur les enjeux d'énergie-climat, l'hydrogène et les ACV (Analyses du Cycle de Vie). Membre des collectifs engagés Pour un Réveil Écologique et Aéro Décarbo, en charge d'éléments de vulgarisation et d'analyse, principalement sur les transports, l'énergie et les bilans carbone.

## PROGRAMME - VERSION COMPLÈTE

### JOUR 1 / 2

#### Introduction

- Tour de table & présentation
- Contexte scientifique
  - Émissions de CO<sub>2</sub> & changement climatique
  - Accord de Paris & autres COP
  - Rapports du GIEC
  - Focus sur le 1er volet : Constat scientifique
  - Focus sur le 3ème volet : Principaux leviers
- Contexte industriel
  - Annonces Commission Européenne
  - Questions de neutralité carbone
  - Demandes clients

#### Analyses du Cycle de Vie

- Méthodologie
  - Construction & lecture d'une ACV
  - Principales notions & définitions
- Cas d'applications simples

#### Cas d'étude : rapport de l'ADEME (partie 1)

- Présentation de l'étude
  - Comparaison des bilans – Véhicules thermiques, électriques & hydrogène
  - Principales sensibilités
  - Quelques limites
  - Exercice de restitution : présentation des résultats

### JOUR 2 / 2

#### Différents types d'analyses

- ACV de constructeurs
  - Exemple de Renault
  - Exemple de Polestar
- ACV de composants
- ACV / Bilan d'extraction - raffinage de matières premières
  - Différents métaux
  - Fibre de carbone

#### Cas d'étude : rapport de l'ADEME (partie 2)

- Calculs dérivés & personnalisation du modèle
  - Modification des dimensionnements selon le CDC
  - Mise en application
  - Exercice de restitution : présentation de la méthode pour répondre à différents CDC
- Extrapolation
  - Au-delà de l'automobile
  - Au-delà de la France

#### Différents besoins et modèles pour y répondre

- Principales demandes pouvant s'effectuer
  - Venant de l'écosystème industriel
  - Venant de la réglementation
  - Venant d'organismes ou cabinets réalisant une ACV
- Différents besoins et modèles associés
  - Quels indicateurs suivre
    - Différents périmètres possibles
  - Exploitation publique ou non des résultats
  - Quelques exemples de modèles simplifiés
  - Principales références & bases de données pour des bilans complets

#### Clôture

- Ouverture sur les autres impacts environnementaux
- Rappel des principaux effets hors-CO<sub>2</sub>
- Différents impacts environnementaux, autres que le changement climatique
- Questions de méthodologie pour gérer les différents indicateurs
- Évaluation
- Conclusions & debrief
- Pour aller plus loin

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentation PowerPoint, Vidéos, Études de cas, Exercices et Quiz.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Des évaluations de validation des acquis avec retour du formateur sont réalisées au fur et à mesure et à la fin de la session, sous la forme de QCM en ligne.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## ELECTRONIQUE / SYSTÈMES EMBARQUÉS - SYS

# ADAS : SYSTÈMES AVANCÉS D'ASSISTANCE ET D'AIDE À LA CONDUITE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances concernant l'usage et l'acceptabilité des nouveaux systèmes d'assistance à la conduite. Elle s'adresse plus particulièrement aux ingénieurs, techniciens supérieurs et ergonomes travaillant chez les constructeurs et équipementiers au niveau de la conception et de l'évaluation de ces systèmes.

**Objectifs pédagogiques :** La formation a pour but d'initier les participants aux systèmes d'aides à la conduite (ADAS). Elle traite les raisons derrière leur développement ainsi que les principales architectures pour les différents niveaux d'autonomie de conduite (0, 1, 2, 3, 3.5, 4, 5). La discussion sur les architectures des ADAS est élargie pour intégrer différents aspects de sûreté de fonctionnement. Ensuite, le sujet de spécification des ADAS pour atteindre les performances prédéfinies est discuté. Finalement, les participants assisteront à des travaux pratiques pour savoir conduire des tests MIL, SIL, HIL des ADAS, en statique et en dynamique en utilisant Matlab/Simulink, des environnements de roulage virtuel et un banc de test avec comme application le LCA (Lane Centering Assist).

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Hamed DAGHSEN**  
Ingénieur expert  
certification sécurité.

### PROGRAMME

#### Introduction aux ADAS

- Définition et historique d'évolution
- Rôle des ADAS dans la diminution de la mortalité routière
- Feuille de route : de l'ADAS à la voiture autonome
- Classification des ADAS
  - Par niveau d'autonomie de conduite (1,2,3,3.5,4,5)
  - Par objectif (Safety, Comfort, Eco-driving)
  - Par fonction (Longitudinale, Latérale, Driver monitoring ...)

4.5 Exemples d'ADAS

#### 5 Architectures des ADAS

- Architectures cognitives standard des ADAS pour les véhicules autonomes
  - Architecture cognitive pour le niveau 0-1 d'autonomie de conduite
  - Architecture cognitive pour le niveau 2 d'autonomie de conduite
  - Architecture cognitive pour le niveau 3-3.5 d'autonomie de conduite
  - Architecture cognitive pour le niveau 4 d'autonomie de conduite
  - Architecture cognitive pour le niveau 5 d'autonomie de conduite
- Architecture d'ADAS pour un design sûr et une mitigation des risques
- Exemple: Architecture du Lane Centering Assist

#### 6 Spécification des ADAS

- Introduction à la spécification des ADAS standard cognitive
  - Capteurs
  - Environnement de roulage
  - Perception
  - Cognition et planification
  - Prise de décision
  - Commande et contrôle
  - Détection, prédiction et gestion des défaillances
  - Attention, réaction et conduite du conducteur
  - Réseau, cloud et protocoles de communication V2V, V2I
  - Contraintes d'intégration électriques et mécaniques
  - Contraintes sécuritaires et normatives
- Exemple : spécification du Lane Centering Assist

#### 7 Simulation et conditions de Test des ADAS

- Simulation Model in the loop et test statique d'ADAS en utilisant Matlab/Simulink avec comme Exemple le lane centering system
- Simulation Model and Software in the loop et test dynamique d'ADAS en utilisant un environnement virtuel avec comme exemple le lane centering system
- Simulation et test Hardware in the loop du Lane Centering Assist en utilisant un banc de test

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Apports théoriques, illustrés par de nombreux retours d'expérience,  
Utilisation de logiciels spécifiques : Environnement MatLab/Simulink, Environnement de roulage virtuel,  
Hardware : Laptops/Cameras/RADARS/LIDARS/ Ultrasonic / GPS/ INS/ Maps / ECUs /TCUs / LCA bench test.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

Cette  
formation  
peut être aussi  
dispensée en  
Anglais



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## ELECTRONIQUE / SYSTÈMES EMBARQUÉS - SYS

# MACHINE LEARNING DANS LE DOMAINE AUTOMOBILE : APPROCHE ET FONDAMENTAUX

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs système, ingénieurs bureau d'études et chefs de projets. Il est utile de posséder des notions sur les Intelligences artificielles, sur la programmation Python et / ou Matlab. Posséder des notions basiques d'algorithmique et de mathématiques (algèbre linéaire, logiques et probabilités constituent un plus).

### Objectifs pédagogiques :

- Comprendre l'approche Machine Learning par rapport à l'approche « physique ».
- Connaître les principales applications dans le domaine automobile.
- Connaître les principaux algorithmes du Machine Learning sur la base d'outils existants.
- Mettre en œuvre des algorithmes du Machine Learning.
- Réaliser une prédiction sur un cas d'étude lié à l'automobile (ex. reconnaissance de panneau).

**DURÉE DE LA FORMATION**  
3 jours (21 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Vincent JUDALET**  
Enseignant chercheur ESTACA.

**Bertrand BARBEDETTE**  
Enseignant chercheur ESTACA.

### PROGRAMME

#### 1<sup>er</sup> jour

- Introduction à la machine learning et ses applications dans le monde automobile
- Type d'apprentissage : supervisé, non supervisé, par renforcement
- Catégorie d'algorithme : classification, régression, clustering
- Exemples d'algorithme : Nearest neighbor, SVM, régressions linéaires, Réseaux de neurones,
- Introduction à un outil de programmation

#### 2<sup>ème</sup> jour

- Introduction à des bibliothèques dédiées aux machines learning
- Réalisation d'exercices basiques de classification, regression et clustering

#### 3<sup>ème</sup> jour

- Mise en application des algorithmes sur une application de reconnaissance de panneaux
- Mise en application des algorithmes pour une application véhicule autonome

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Alternance d'apports théoriques et d'applications pratiques, pour permettre une bonne compréhension des notions de bases. Illustration par des cas concrets et des exercices sur PC.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## ELECTRONIQUE / SYSTÈMES EMBARQUÉS - SYS

# ENVIRONNEMENT TECHNOLOGIQUE DES SYSTÈMES EMBARQUÉS

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs et techniciens supérieurs souhaitant approfondir leurs connaissances sur l'environnement technologique des systèmes embarqués à savoir les capteurs, les actionneurs et le lien avec les calculateurs.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire sera capable de calibrer un capteur dans un environnement réel, de corriger les dérives des capteurs, de faire le bon choix des capteurs et des actionneurs selon l'application et le besoin et de concevoir un système qui répond à un cahier des charges.

### DURÉE DE LA FORMATION

2 jours (14 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Rabia SEHAB**  
Enseignante chercheur  
ESTACA.

### PROGRAMME

Présenter des généralités sur les systèmes mécatroniques embarqués avec des exemples pratiques : Boite de vitesse robotisée (capteurs/calculateurs/ actionneurs) et autres.

Présenter les caractéristiques métrologiques des capteurs ainsi que l'étalonnage d'un capteur et la correction de ce dernier, sous l'effet des grandeurs d'influences (température, humidité, vibrations, champs magnétiques...)

Présenter les capteurs actifs avec les effets physiques utilisés dans leurs conceptions

Présenter les capteurs passifs et les conditionneurs

Etude de différentes familles de capteurs pour la mesure de différentes grandeurs physiques (position (vitesse), accélération, force, couple, pression, débit, courant ...).

Critères de sélection d'un capteur

Capteurs digitaux : codeurs absolus et encodeurs incrémentaux

Capteurs logiciels : Conception et Application

Capteurs spécifiques : Centrale inertielle et Lidar pour véhicules autonomes

Etudes des actionneurs du type rotatif et linéaire : technologies, principe de fonctionnement, étage de puissance, stratégies de commande et application dans le domaine du transport :

- Actionneurs électromécaniques
- Actionneurs mecano-mécaniques
- Actionneurs hydrauliques

Exercices d'application sur des capteurs industriels

Présentation d'exemples de systèmes dans le domaine du transport avec des capteurs/calculateurs/actionneurs/ charge mécanique.

Exercices d'application sur des systèmes de transport : Véhicules électriques, véhicules hybrides et véhicules autonomes.

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Apports théoriques, avec de nombreux exercices pratiques, études de cas et retours d'expériences.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis, portant sur une étude de cas, avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## ELECTRONIQUE / SYSTÈMES EMBARQUÉS - SYS

# PRENDRE LA BONNE DÉCISION DANS LES SYSTÈMES COMPLEXES

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs système, ingénieurs bureau d'études, chefs de projets. Il est utile de posséder des notions en mathématiques de base (variables, vecteur, matrice, algèbre, fonction). Des connaissances d'un langage informatique comme C/JAVA/ Python et des bonnes bases algorithmiques (tests, boucles, fonctions, choix des variables, API, fonctions) constituent un plus.

### Objectifs pédagogiques :

- Connaître la notion d'optimisation issue de deux approches : la programmation mathématique (recherche opérationnelle) et la programmation par contrainte (algorithmique).
- Modéliser un problème sous la forme d'un problème de décision (variables, contraintes, objectifs), choisir la bonne approche de résolution.
- Avoir un panorama des méthodes et outils de résolution sous la forme d'une liste de problèmes types et leurs solutions.
- Connaître les principaux algorithmes selon les approches, mettre en œuvre un solveur permettant de résoudre un problème d'optimisation comme Excel ou CHOCO (JAVA) ou CPLEX.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Patrick LESERF**  
Enseignant chercheur ESTACA.



ESTACA a bénéficié du Programme  
d'Investissements d'Avenir

## PROGRAMME

### Introduction générale à l'optimisation incluant des exemples d'application

- Définition générale d'un problème d'optimisation, exemples
- Notions de variables, contraintes, fonctions objectifs
- Recherche opérationnelle
- Complexité des algorithmes
- Problème multi-objectif, décision a priori et a posteriori, front de Paréto

### Optimisation et programmation mathématique

- Problème mono-objectif, exemple
- Programmation linéaire simple, algorithme du simplexe,
- Exercices : Planification de production
- Lab. avec Excel.

### Optimisation et programmation par contrainte

- Typologie de problèmes : Problèmes de satisfaction de contrainte (CSP), Mixed Integer Programming (MIP), problème SAT
- Contrainte en intension et en extension (globales)
- Méthodes de résolution : filtrage, Backtracking, MAC
- Variante d'un CSP pour l'optimisation mono-objectif (Niveau 1) et multi-objectif (Niveau 2)
- Exercice Niveau 1 : construire un comparatif entre plusieurs solveurs comme PyOpt, Labix, CHOCO, CPLEX et en choisir un pour résoudre deux problèmes donnés
- Lab : résoudre plusieurs problèmes simples avec CHOCO en JAVA : problème des huit reines, ordonnancement simple, bin packing. Comparer plusieurs algorithmes

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Connexion internet / Supports papier/ clefs USB.

Le cours alterne présentations, travaux de groupe et travaux pratiques (Lab) en binôme sur PC avec utilisation de solveur Excel, de solveur CHOCO (<http://www.choco-solver.org/>) et d'environnement de développement Eclipse/JAVA.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.





FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## ELECTRONIQUE / SYSTÈMES EMBARQUÉS - SYS

# OPTIMISATION POUR LA PRISE DE DÉCISION DANS LES SYSTÈMES

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs système, ingénieurs bureau d'études, chefs de projets. Il est utile de posséder des notions en mathématiques de base (variables, vecteur, matrice, algèbre, fonction). Des connaissances d'un langage informatique comme C/JAVA/ Python et des bonnes bases algorithmiques (tests, boucles, fonctions, choix des variables, API, fonctions) constituent un plus.

### Objectifs pédagogiques :

- Connaître la notion d'optimisation issue de deux approches : la programmation mathématique (recherche opérationnelle) et la programmation par contrainte (algorithmique).
- Modéliser un problème sous la forme d'un problème de décision (variables, contraintes, objectifs), choisir la bonne approche de résolution.
- Avoir un panorama des méthodes et outils de résolution sous la forme d'une liste de problèmes types et leurs solutions.
- Connaître les principaux algorithmes selon les approches, mettre en œuvre un solveur permettant de résoudre un problème d'optimisation comme Excel ou CHOCO (JAVA) ou CPLEX.

### DURÉE DE LA FORMATION

2 jours (14 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Patrick LESERF**

Enseignant chercheur ESTACA.

### PROGRAMME

#### Introduction générale à l'optimisation incluant des exemples d'application

- Définition générale d'un problème d'optimisation, exemples.
- Notions de variables, contraintes, fonctions objectifs.
- Recherche opérationnelle.
- Complexité des algorithmes.
- Problème multi-objectif, décision a priori et a posteriori, front de Paréto

#### Optimisation et programmation mathématique

- Problème mono-objectif, exemple
- Programmation linéaire simple, algorithme du simplexe,
- PLNE pour l'ordonnancement
- Théorie des graphes, application à l'ordonnancement (graphe PERT)
- Exercices : Ordonnancement
- Lab. avec Excel.

#### Optimisation et programmation par contrainte

- Typologie de problèmes : Problèmes de satisfaction de contrainte (CSP), Mixed Integer Programming (MIP), problème SAT
- contrainte en intension et en extension (globales)
- Méthodes de résolution : filtrage, Backtracking, MAC
- Variante d'un CSP pour l'optimisation mono-objectif et multi-objectif
- Lab : optimisation d'un ADAS : choix de composants et de niveaux de redondance pour optimiser le coût et la fiabilité du système, résolution avec CHOCO. Lien avec une approche MBSE (SysML)

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Connexion internet / Supports papier/ clefs USB.

Le cours alterne présentations, travaux de groupe et travaux pratiques (Lab) en binôme sur PC avec utilisation de solveur Excel, de solveur CHOCO (<http://www.choco-solver.org/>) et d'environnement de développement Eclipse/JAVA.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



ESTACA a bénéficié du Programme  
d'Investissements d'Avenir







# AÉRONAUTIQUE



## LES FONDAMENTAUX

# LES FONDAMENTAUX DE L'AÉRONAUTIQUE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens amenés à travailler au sein de l'industrie aéronautique, et désireux d'élargir leur domaine de connaissances dans ce milieu afin de s'en approprier les spécificités.

**Objectifs pédagogiques :** À l'issue de la formation, le/la stagiaire a renforcé ses connaissances en aéronautique au travers de l'exploration des principaux domaines d'activité de l'industrie aéronautique. Il/elle a acquis une bonne compréhension des principales technologies qui y sont utilisées et obtenu une meilleure vision du fonctionnement industriel.

En termes de compétences, il saura :

- Citer les principales catégories d'aéronefs et les principaux constructeurs aéronautiques.
- Décomposer, nommer et expliquer le rôle des principaux éléments d'un aéronef.
- Nommer et expliquer le rôle des principaux instruments de bord.
- Expliquer le rôle des différents organes d'un moteur.
- Différencier différentes architectures de moteurs.
- Expliquer le choix des matériaux utilisés dans la construction aéronautique.
- Expliquer les avantages/inconvénients des principales architectures aéronautiques.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
3 jours (21 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) et en distanciel

### INTERVENANTS

**Alan SALAÛN**  
Professeur d'architecture  
des aéronefs à l'ESTACA,  
aujourd'hui chargé d'affaires  
Rafale à l'Atelier Industriel de  
l'Aéronautique de Bretagne  
(SIAé).

## PROGRAMME

**L'Histoire de l'aviation de 1782 à aujourd'hui**

**Les différentes catégories d'aéronefs civils et les principaux constructeurs**

- Aviation générale
- Aviation de lignes
- Aviation d'Etat
- Les drones

**Les principaux éléments d'un avion**

- Voilure
- Empennages
- Fuselage
- Trains d'atterrissage

**Le vol et les commandes de vol**

- Principe de la sustentation
- Axes d'évolution d'un aéronef
- Les gouvernes et leurs effets primaires
- Les dispositifs hypersustentateurs

**Les principaux instruments du tableau de bord**

- Instruments gyroscopiques
- Instruments magnétiques
- Instruments anémo-barométriques
- Instruments de radio navigation

**Les différents modes de propulsion**

- Principe de l'hélice
- Turboréacteurs
- Turbomoteurs
- Turbopropulseurs

**La structure d'un avion et les principaux matériaux utilisés**

- Dimensionnement
- Justification (essais de tenue statique et de tenue en fatigue)
- Éléments structuraux et classification des pièces structurales
- Principaux matériaux utilisés (métalliques et composites)

**L'exploitation opérationnelle**

- Suivi en service (incidents, support en service)
- Contraintes techniques (certification, sécurité, maintenance, ...)
- Contraintes opérationnelles (bruit, risque aviaire, budget, personnel navigant, météo, ...)

**Les principales architectures aéronautiques**

- Avions transportant des passagers
- Avions transportant du fret
- Architectures futures

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Maquette et vidéos.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

### POUR ALLER PLUS LOIN

L'ensemble des formations des thèmes :  
« Architecture et structures aéronautiques, propulsion »  
« Systèmes embarqués »  
« Exploitation, maintenance, sécurité et réglementation »



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## APPLICATIONS SPÉCIFIQUES - SPE

# ÉCONOMIE DU DOMAINE AÉRONAUTIQUE

**Public et pré-requis :** Tous publics voulant acquérir une spécialisation dans les domaines de l'aéronautique ou ceux en relation avec le domaine aéronautique.

**Objectifs pédagogiques :** Faire découvrir les notions spécifiques de cette matière ayant trait ou étant en relation avec le domaine aéronautique.

### DURÉE DE LA FORMATION

2 jours (14 heures)

### LIEU

En présentiel sur  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou Laval (53) ou en  
distanciel

### INTERVENANTS

**Mr. René ZANDERIGO**  
Ingénieur en aéronautique et  
Master en Management ISAE  
Supaéro - TSM Toulouse School  
of Management. Actuellement  
en poste chez AIRBUS.

### PROGRAMME

#### Module économique

- Introduction : qu'est-ce qu'une entreprise ?
- Les caractéristiques d'une entreprise
  - Les principaux indicateurs
  - Les données de pilotage économique
- L'exemple d'un programme aéronautique
  - Les éléments nécessaires au lancement d'un programme
  - Définition : durée, segmentation, acteurs, worksharing
  - Les éléments de décision
- La maîtrise des coûts
  - L'approche en coûts globaux
  - Les facteurs dimensionnant d'un Programme aéronautique
  - Les méthodes d'évaluation des coûts
  - Les déclinaisons budgétaires
- Conclusion

#### Analyse de la valeur et contrôle des coûts : Financement d'un projet aéronautique

- Challenge
- Modélisation
- Echange d'information
- Analyse de la valeur
- Contrôle des coûts et gestion du risque
- Lancement d'un programme – Déclinaison des coûts sur un type d'avion commercial
- Définition des coûts

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Cours avec séances de questions/réponses.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une séance de question réponse aura lieu en fin de formation pour vérifier l'acquisition des notions du cours par les stagiaires.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## APPLICATIONS SPÉCIFIQUES - SPE

# ÉCO CONCEPTION

**Public et pré-requis :** Tous publics voulant acquérir une spécialisation dans les domaines de l'aéronautique ou ceux en relation avec le domaine aéronautique.

**Objectifs pédagogiques :** Faire découvrir les notions spécifiques de cette matière ayant trait ou étant en relation avec le domaine aéronautique.

### DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

### LIEU

En présentiel sur  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou Laval (53) ou en  
distanciel

### INTERVENANTS

**Mr. René ZANDERIGO**  
Ingénieur en aéronautique et  
Master en Management ISAE  
Supaéro - TSM Toulouse School  
of Management. Actuellement  
en poste chez AIRBUS.

### PROGRAMME

#### Conception écologique

- Définition REACh
- Introduction
- Identification des exigences de l'environnement et des contraintes
- Conception d'un aéronef proper
- Une meilleure organisation de la chaîne d'approvisionnement
- Technologies plus propres et procédés de fabrication
- L'exploitation des aéronefs / d'optimisation des performances
- Optimisation de la fin de vie des avions
- Etude de cas

#### Fin de vie des avions

- Contexte
- Approche Boeing
  - Principales questions à prendre en considération
  - Chronologie des groupes de travail
- Approche Airbus
  - Phase d'enquête
  - La phase industrielle
  - Phase de diffusion
  - Enquête sur les pratiques actuelles
  - La décision d'Airbus
  - Participation actuelle d'Airbus
  - Caractéristiques du marché
- Partenariat de base

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Cours avec séances de questions/réponses.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une séance de question réponse aura lieu en fin de formation pour vérifier l'acquisition des notions du cours par les stagiaires.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## ARCHITECTURE ET STRUCTURES AÉRONAUTIQUES, PROPULSION

# ARCHITECTURE DES AÉRONEFS À VOILURE FIXE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs qui souhaitent comprendre les choix architecturaux d'appareils existants et qui souhaitent être conscients des interdépendances entre les principaux éléments d'un aéronef.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le/la stagiaire connaît les principales architectures des aéronefs à voilure fixe (civils et militaires) associées à leur environnement opérationnel. Il/elle a acquis une bonne compréhension des grands principes de conception (calcul de la marge statique, équilibrage et stabilité). En termes de compétences, il saura :

- Décomposer, nommer et expliquer le rôle des principaux éléments d'un aéronef.
- Différencier et expliquer les avantages/inconvénients des principales architectures aéronautiques.
- Expliquer la stabilité d'un aéronef et le calcul de la marge statique.
- Expliquer le choix d'une architecture.
- Différencier la justification de la tenue en statique et en fatigue.
- Expliquer le choix des matériaux utilisés dans la construction aéronautique.
- Lister et expliquer l'intérêt des principaux circuits embarqués.

### DURÉE DE LA FORMATION

2 jours (14 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Alan SALAÛN

Professeur d'architecture  
des aéronefs à l'ESTACA,  
aujourd'hui chargé d'affaires  
Rafale à l'Atelier Industriel de  
l'Aéronautique de Bretagne  
(SIAé).

### PROGRAMME

#### Analyse fonctionnelle et spécifications

#### Architectures actuelles et futures

- Transport de passagers
- Transport de fret
- Diagramme payload/range

#### Processus de conception

- Centre de gravité
- Devis de masse
- Marge statique

#### Aérodynamique appliquée

- Contrôle de l'appareil
- Equilibrage et stabilité
- Comportement et performances

#### Structure et principaux matériaux utilisés

- Dimensionnement
- Justification
- Eléments structuraux
- Principaux matériaux utilisés (métalliques et composites)

#### Choix d'une architecture et aménagement

- Contraintes réglementaires
- Cabine et fuselage
- Voilure
- Trains d'atterrissage
- Moteurs

#### Circuits embarqués

- Carburant
- Conditionnement d'air
- Electricité
- Hydraulique
- Autres...

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Etude de cas.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

POUR ALLER PLUS LOIN

Structures aéronautiques : matériaux et dimensionnement  
Matériaux composites à matrice organique



## STRUCTURES AÉRONAUTIQUES : MATÉRIAUX ET DIMENSIONNEMENT

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs impliqués en conception ou justification de structures.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît les principaux matériaux métalliques et non métalliques utilisés en aéronautique, leurs caractéristiques ainsi que les principales méthodes de dimensionnement en statique et en fatigue. Des critères de choix technico-économiques entre les différents matériaux sont donnés. Les méthodes de fabrication et de contrôle sont aussi abordées ainsi que les différents types d'essais.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Arnaud KNEIB**  
Ingénieur Sup'Aéro  
Ancien responsable de  
Départements techniques et  
industriels à Airbus Helicopters  
et Airbus Defense and Space  
Professeur en écoles  
d'ingénieurs.

### PROGRAMME

#### Découverte des éléments structuraux

- Aile – fuselage – train d'atterrissage
- Cadres-longerons-lisses-revêtement

#### Les matériaux

- Principaux matériaux (les métaux et leurs alliages, les composites)
- Principales paramètres descriptifs d'un matériau
- Caractéristiques comparées métaux-composites

#### Les méthodes de dimensionnement

- Dimensionnement statique (charges sûres, limite, extrêmes, coefficient de sécurité)
- Critères de rupture
- Dimensionnement en fatigue (courbes de Wöhler, charges statiques+dynamiques,règle de Miner)
- Fluage
- Tolérance aux dommages

#### Contraintes d'environnement et solutions technologiques

- Echauffement thermo-cinétique
- Foudre
- Givre
- Pressurisation
- Erosion
- Corrosion

#### Critères de choix technico-économiques

- Notion de taux d'échange

#### Procédés de fabrication et contrôle

- Métaux (fonderie, formage, usinage)
- Composites (drapage, bobinage, injection (RTM), polymérisation)
- Principales techniques de contrôles non destructifs (CND)

#### Essais

- Analyse statistique
- Sur éprouvettes
- Sur pièces
- Statiques, en fatigue, en tolérance aux dommages

#### Exemples de structures aéronautiques (A380, A350, A400M etc...)

- Structures métalliques - composites

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Les développements théoriques sont illustrés d'étude de cas et d'exercices.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.





FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## APPLICATIONS SPÉCIFIQUES - SPE

# LES DRONES : TECHNOLOGIES ET SÉCURITÉ

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs et techniciens désirants acquérir un premier aperçu du domaine des drones.

**Objectifs pédagogiques :** Cette formation permettra à des personnes intervenant pour la première fois dans le domaine des drones de cerner le contenu et la problématique de ce nouveau système aérien ainsi que les domaines applicatifs.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
1 jour (7 heures)

**LIEU**  
En présentiel  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

**INTERVENANTS**  
**Joël GALLE**  
Responsable Maintenance  
Aéronautique à SECA  
Automatismes.

## PROGRAMME

### Présentation

- Qu'est ce qu'un drone ?
- Historique
- Notion de système de drone

### Missions

- Recensement des missions
- Aspects opérationnels
- Contexte utilisateur

### Segmentation du domaine

- Catégories de drones
- Classification par usage
- Avantages et limitations

### Circulation aérienne

- Météorologie et aérologie
- Altimétrie
- Aéronef et mécanique du vol
- Navigation, règles de sécurité à respecter

### Technologie

- Décomposition fonctionnelle d'un système de drone
- Architecture des principaux composants

### Sécurité

- Certification
- Réglementation aérienne
- Automatisation et fiabilité
- Insertion dans la circulation aérienne
- Facteurs humains et sécurité du vol
- Législation Française et cadre réglementaire
- Explication du MAP (Manuel d'Activité Particulière) et du dossier technique
- Aspect sécurité au sol, scénario S1 à S4

### Utilisation et entretien des matériels

- Initiation à la technique et aux réglages des différents systèmes embarqués
- Maintenance et notions électroniques

### Les acteurs du domaine

- Acteurs industriels
- Monde de la recherche

### Conclusion et perspectives

- Futures applications
- Voies d'innovation

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Etudes de cas, exercices appliqués.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.





FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

# ENSEMBLES PROPULSIFS AÉRONAUTIQUES

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs concernés par les principes des systèmes consacrés au fonctionnement et la surveillance d'un ensemble propulsif aéronautique, tel un turboréacteur.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire maîtrise les fonctions et les composants mis en œuvre au sein des systèmes dédiés à un ensemble propulsif aéronautique de type turboréacteur (turbofan) équipant des avions de ligne (A320 ou Boeing 737). Une description des principes de fonctionnement est proposée, et les aspects de certification sont couverts.

### DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Pascal THALIN

Docteur-Ingénieur, Chairman  
du Comité de Pilotage  
de l'Avion Electrique de  
SAE International. 20 ans  
d'expérience aéronautique  
acquise chez Airbus, Safran et  
Thales en systèmes électriques,  
avioniques et propulsifs.  
Professeur à l'ESTACA pour la  
Formation Continue.  
Auteur du livre « *Fundamentals  
of Electric Aircraft* » publié par  
SAE International.

### PROGRAMME

#### Systèmes dédiés à un turboréacteur (A320)

- Introduction
- Contrôle Moteur
- Capteurs
- Harnais Electriques
- Système de Démarrage
- Circuit Carburant
- Gestion de Puissance et de Régulation du Circuit Carburant
- Refroidissement et Lubrification
- Circuit d'Huile
- Module Hydromécanique
- Vannes et fonctions
- Inverseur de Poussée
- Surveillances des paramètres et Affichage
- Interface avec l'avion
- Certification, Navigabilité et Règlement

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Illustrations des principes, schémas fonctionnels et images.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## ARCHITECTURE ET STRUCTURES AÉRONAUTIQUES, PROPULSION

# AÉRONEF ÉLECTRIQUE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs concernés par l'électrification des systèmes et des ensembles propulsifs, que ce soit pour des développements incrémentaux en partant d'aéronefs existants, ou en vue d'une conception totalement nouvelle de l'aéronef. Les enjeux, les challenges et les facteurs clés de succès dans ce domaine sont développés, que ce soit pour les aéronefs à voilure fixe ou à décollage et atterrissage verticaux.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire possède les connaissances des architectures, composants et technologies nécessaires pour l'électrification des systèmes et des ensembles propulsifs aéronautiques. Les facteurs clés de succès, les avantages et difficultés de réalisation font partie de la présentation.

### DURÉE DE LA FORMATION

2 jours (14 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Pascal THALIN

Docteur-Ingénieur, Chairman  
du Comité de Pilotage  
de l'Avion Electrique de  
SAE International. 20 ans  
d'expérience aéronautique  
acquise chez Airbus, Safran et  
Thales en systèmes électriques,  
avioniques et propulsifs.  
Professeur à l'ESTACA pour la  
Formation Continue.  
Auteur du livre « *Fundamentals  
of Electric Aircraft* » publié par  
SAE International.

### PROGRAMME

#### Introduction

#### Enjeux économiques et écologiques de l'électrification des aéronefs

#### Avantages de l'électrification, les challenges et les facteurs clés de succès

#### Evolution de la part « électrique » des aéronefs

- Besoins d'énergie électrique
- Systèmes concernés

#### Electrification des systèmes aéronautiques

- Architectures des Avions « Plus Électriques » en service (Boeing 787 et A350 XWB)
- Architectures pour les avions du futur
- Systèmes, Composants et Technologies

#### Electrification de la Propulsion

- Architecture et principes de fonctionnement
  - Propulsion Hybride
  - Propulsion Electrique
- Composants clés
  - Machines Electriques
  - Electronique de Puissance
  - Stockage d'Energie (Batteries, Piles à Combustible)
  - Technologies

#### Etudes de cas (Mobilité Urbaine, Avions court et long courrier)

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Illustrations des principes, architectures, schémas fonctionnels et analyses comparatives.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## SYSTÈMES EMBARQUÉS - SYS

# ÉLECTRIFICATION DE L'AVION COMMERCIAL

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux chercheurs, ingénieurs et techniciens supérieurs qui souhaitent développer leurs connaissances sur les réseaux embarqués dans un avion et les travaux de recherche sur l'électrification de l'avion commercial. Elle est adaptée pour les personnes qui seront amenées à travailler sur l'avion du futur.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît les différentes architectures des réseaux embarqués et l'évolution future de ces réseaux, les actionneurs utilisés dans le cadre de l'électrification de l'avion. Il a aussi connaissance des travaux de recherche sur l'électrification de l'avion commercial et de la place de l'énergie renouvelable, et des nouvelles technologies de stockage dans cette évolution de l'avion.

### DURÉE DE LA FORMATION

2 jours (14 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Nassim RIZOUG

Enseignant Chercheur du  
laboratoire ESTACA'LAB  
de l'ESTACA.

### PROGRAMME

#### 1<sup>er</sup> jour : (réduction de la consommation énergétique et réseau électrique embarqué)

##### Réduction de la consommation d'un avion commercial

- Problématique
- Solutions possibles

##### Evolution du réseau embarqué dans un avion commercial)

- Présentation du réseau embarqué A320 (architecture, convertisseurs, transfo, génératrice, stockage,...)
- Présentation du réseau embarqué A380 (architecture, convertisseurs, transfo, génératrice, stockage,...)
- Les composants électriques du réseau embarqué (de la production à la charge)
- Les actionneurs utilisés pour gouverner l'avion commercial (technologies et principes)

#### 2<sup>ème</sup> jour : (solutions technologiques pour l'avion du futur )

##### Vers l'électrification de l'avion (travaux de recherche)

- Suppression du Bleed (bleedless)
- Réseau HVDC
- Inverseur électrique
- Traction électrique au sol
- La RAT avec supercondensateur
- Mutualisation de l'électronique de puissance
- Utilisation de la pile à combustible
- Electrification des actionneurs

##### Utilisation des nouvelles technologies des systèmes de stockage dans le domaine aéronautique

- Nouvelles technologies de batterie (caractéristiques, potentiel, modélisation)
- Supercondensateurs (caractéristiques, potentiel, modélisation)
- Pile à combustible (caractéristiques, potentiel, modélisation)

##### Potentiel du photovoltaïque (caractéristiques, modélisation)

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Simulateur (Matlab-Simulink), TP, exercices, ...

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## SYSTÈMES EMBARQUÉS - SYS

# CIRCUITS ET SYSTÈMES DE BORD : TECHNOLOGIES

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs désireux d'approfondir leurs connaissances sur les circuits et systèmes de bord.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire maîtrise les principaux circuits et systèmes embarqués sur un avion de ligne moderne (A320) à commandes de vol électriques. Il comprend leur fonctionnement en mode normal, dégradé et secours.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
3 jours (21 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Jean-Elie MEHAL**  
Pilote sur A320, instructeur  
systèmes A320 et ATR72-500,  
docteur en mécanique des  
fluides (ENSAM Paris).

## PROGRAMME

### Circuits et systèmes étudiés

- Circuit hydraulique
- Circuit de carburant
- Circuit électrique
- Circuit d'air conditionné
- Circuit de prélèvement d'air
- Circuit d'oxygène (équipage et passagers)
- Circuit de pressurisation
- Systèmes de navigation (FMS, IRS, GPS)
- Systèmes de sécurité et de protection (GPWS, TCAS)

### Pour chaque circuit et système

- Etude des éléments du circuit ou système
- Schémas, code de couleur et symboles associés (ECAM)
- Philosophie des constructeurs
- Interfaces
- Types de panne
- Mode d'utilisation : normale, dégradé et secours
- Impacts sur le comportement de l'aéronef et sur ses performances en cas de panne,
- Fonctionnement du Flight Warning computer (FWC)
- Présentation ECAM et check-lists

### Utilisation pratique des circuits et systèmes lors d'un vol

- Mise en œuvre des circuits et systèmes
- Logique des circuits et systèmes

### Synthèse des connaissances acquises

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Exemples : Simulateur, étude de cas, TP, maquette, pièces démonstratives, exercices, ...

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

POUR ALLER PLUS LOIN

Electrification de l'avion commercial  
Circuits et systèmes de bord : simulation de pannes  
Systèmes avioniques



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## SYSTÈMES EMBARQUÉS - SYS

### PROPULSION

**Public et pré-requis :** Tous publics voulant acquérir une spécialisation dans les domaines de l'aéronautique ou ceux en relation avec le domaine aéronautique.

**Objectifs pédagogiques :** Faire découvrir les notions spécifiques de cette matière ayant trait ou étant en relation avec le domaine aéronautique.

#### DURÉE DE LA FORMATION

3 jours (21 heures)

#### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou Laval (53) ou en  
distanciel

#### INTERVENANTS

**Mr. René ZANDERIGO**  
Ingénieur en aéronautique et  
Master en Management ISAE  
Supaéro - TSM Toulouse School  
of Management. Actuellement  
en poste chez AIRBUS.

#### PROGRAMME

Propulsion  
Certification et Suivi de navigabilité des moteurs  
Description des systèmes propulsifs

#### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Cours avec séances de questions/réponses.

#### SUIVI ET ÉVALUATION

Une séance de question réponse aura lieu en fin de formation pour vérifier l'acquisition des notions du cours par les stagiaires.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## SYSTÈMES EMBARQUÉS - SYS

# CIRCUITS ET SYSTÈMES DE BORD : SIMULATION DE PANNES

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs et techniciens supérieurs qui souhaitent développer leurs connaissances sur le fonctionnement global d'un aéronef, au travers des pannes de la plus simple aux pannes les plus complexes.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire est familiarisé avec le fonctionnement des différents Circuits et systèmes d'un aéronef du type Airbus A320. Il sera capable de comprendre la logique des systèmes et la philosophie du traitement des pannes.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
3 jours (21 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Jean-Elie MEHAL,**  
Pilote sur A320, instructeur  
systèmes A320 et ATR72-500,  
docteur en mécanique des  
fluides (ENSAM Paris).

## PROGRAMME

### Présentation générale

- Présentation des principaux systèmes et circuits d'un aéronef
- Architecture des systèmes et circuits
- Redondance des calculateurs et des alimentations. Présentation du poste et du panneau supérieur
- Logique des ECAM
- Etude du calculateur Flight Warning Computer (FWC)

### Les pannes simples des systèmes et circuits

### Les doubles pannes (pannes complexes)

### Liaisons avec les différents calculateurs et systèmes

- Impacts sur la Minimum Equipment List (MEL) et les performances – Procédures opérationnelles.

### Synthèse

- Simulation de pannes sur un simulateur (Région parisienne, Toulouse, Grenoble, Aubagne)

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Simulateur fixe A320, logiciels de simulation, étude de cas, exercices, photos.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

POUR ALLER PLUS LOIN

Electrification de l'avion commercial  
Circuits et systèmes de bord : technologies  
Systèmes avioniques



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## SYSTÈMES EMBARQUÉS - SYS

# SYSTÈMES AVIONIQUES

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs et techniciens supérieurs qui doivent appréhender les principes généraux des systèmes avioniques. Un éventuel complément de spécialisation sur certains systèmes complexes (A/P, FMS) pourra être envisagé ultérieurement.

**Objectifs pédagogiques :** Cette formation s'adresse aux personnes désireuses d'obtenir une vision globale de l'avionique en général. **La formation s'appuie sur l'avionique de l'Airbus A320.**

A l'issue de la formation, le stagiaire connaît les principales fonctions avioniques et les principaux types d'architectures. L'approche Equipement met en relief les aspects techniques généraux liés aux fonctions avioniques, et considérés dans le contexte de la conduite du vol. Elle prend également en compte les contraintes réglementaires et opérationnelles.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
4 jours (28 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Jean-Elie MEHAL**  
Pilote sur A320, instructeur  
systèmes A320 et ATR72-500,  
docteur en mécanique des  
fluides (ENSAM Paris).

### PROGRAMME

#### Les systèmes dans l'avion

- Principales fonctions Avioniques
- Contexte général de la Conduite du vol

#### Différentes architectures avioniques

- Evolution vers l'avionique modulaire intégrée

#### Fonctions principales et équipements associés

- La navigation
  - systèmes anémométriques
  - systèmes inertiels
  - radionavigation classique (VOR, DME)
  - aides satellitaires à la navigation, GPS, D-GPS
- La communication
  - les antennes
  - les transmissions (la voix, les données)
  - aides satellitaires à la communication
- La surveillance
  - TCAS
  - GPWS
  - EGPWS
- La Commande Automatique du Vol
  - A/P
  - Fly by wire
  - directeur de Vol
  - le FMS
- La maintenance intégrée
  - principe général
- Les systèmes «non protégés»
  - passagers et compagnie (IFE, AOC)
  - le contexte FANS/ATM (système de navigation aérienne)

La formation dispensée se termine par une simulation d'un vol court courrier montrant l'interaction entre les différents systèmes à bord d'un poste de pilotage, à savoir, le FMS, le pilote automatique, le directeur de vol, et les EFIS.

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Exemples : Power points, vidéos, photos, logiciels de simulation, exercices.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.





## SYSTÈMES DE GESTION DE LA SÉCURITÉ : PRINCIPES DU SGS

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux managers, personnels des fonctions qualité et support, en charge du SGS, acteurs de première ligne des fournisseurs de services du transport aérien.

**Objectifs pédagogiques :** Afin d'assurer un niveau de sécurité satisfaisant pour l'ensemble des fournisseurs de services du transport aérien (compagnies aériennes, organismes de maintenance ou d'entretien aéronautiques, aéroports, organismes de contrôle aérien, organismes d'assistance au sol...), l'autorité française qu'est la DGAC introduit une exigence sur la mise en place des Systèmes de Gestion de la Sécurité (SGS).

### DURÉE DE LA FORMATION

2 jours (14 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Joël GALLE**  
Responsable Maintenance  
Aéronautique à SECA  
Automatismes.

### PROGRAMME

#### SGS et Programme de sécurité de l'état

#### Exigences réglementaires

#### Principes de gestion de la sécurité

#### Politique de sécurité et les objectifs de sécurité de l'entreprise

#### Rôle des professionnels de terrains dans le fonctionnement du SGS

#### Les responsabilités de la direction

- Allocation des ressources
- Structure fonctionnelle du SGS
- Tâches du SGS
- Plan de formation et de communication
- Mise en œuvre du SGS

#### Culture de sécurité au sein de l'entreprise

#### Méthodologie de gestion des risques

- Identification des dangers (description du système, analyse des tâches, observations opérationnelles, taxonomie)
- Evaluation des risques (principes et méthodologie)
- Cartographie des risques
- Contrôle des risques (principes, ALARP, modèles SHELL, 5M, boucle de contrôle)

#### Méthodologie d'assurance de la qualité

- Mesure de la sécurité et indicateurs
- Sources de données sécuritaires (systèmes à déclaration, rapports, audits, analyses, sondages)
- Gestion de l'assurance de la sécurité
- Culture du compte rendu
- Gestion du changement
- Amélioration continue de la sécurité

#### Analyse des événements et méthodologie d'investigation

- 5M
- Diagramme Fishbone
- Arbre des causes
- Modèle de Reason
- Techniques d'entretien post événement

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session



## MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE DE PANNE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs souhaitant se former aux techniques de recherche de panne.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire pourra effectuer avec méthode des interventions de maintenance de façon à optimiser la disponibilité des équipements.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
3 jours (21 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Joël GALLE**  
Responsable Maintenance  
Aéronautique à SECA  
Automatismes.

### PROGRAMME

#### Identifier et caractériser le dysfonctionnement

- Caractéristiques de la défaillance
- Les faits constatés
- Analyse descriptive (QQOQCC)
- Localisation de la défaillance
- Associer la défaillance à une étape d'un procédé, d'un traitement
- Associer la défaillance à une fonction, à un sous-ensemble
- Identification de la défaillance

#### Organiser et structurer les informations recueillies de façon à pouvoir

- Les archiver (Historique,...)
- Les transmettre (DI, OT, suivi de panne,...)

#### Isoler la cause du dysfonctionnement

- Analyse de fonction défaillante
- Découpage structurel
- Approche méthodique (Fonction, ensemble, sous-ensemble)
- Exploitation de la documentation
- Dossier technique
- Dossier de maintenance
- Dossier historique
- Diagnostic
- Logigramme de diagnostic
- 5 M
- 5 pourquoi
- Arbre des causes
- Tables effets/causes/remèdes
- Décision
- Criticité
- Réparer/Dépanner/Transférer

#### Préparer l'intervention - Préparation des ressources

- Humaines
- Compétences, temps d'intervention
- Matérielles
- Outillages, appareils de mesure
- Pièces de rechange
- Documentaires
- Plans, schémas
- Historique
- Rédaction d'un mode opératoire
- Structure documentaire
- Description des ressources
- Ordonnancement des opérations
- Requalification des équipements
- Instructions spécifiques (Sécurité, contrôle)

#### Mettre en œuvre les moyens adaptés

- Action de maintenance
- Préparation des moyens
- Consignation
- Démontage
- Expertise
- Remplacement
- Remontage
- Requalification
- Rangement

#### Rendre compte

- Structure du dossier historique
- Horodatage (disponibilité, maintenabilité,...)
- Localisation (fonction, sous-ensemble,...)
- Type d'intervention (correctif, préventif,...)
- Diagnostic (effet, cause)
- MAO
- Aide au diagnostic (capacité de trie)
- Aide à la décision (Pareto,...)
- Amélioratif

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Etudes de cas, exercices appliqués.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

# RÉGLEMENTATION EASA PART 145

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs ; aux dirigeants responsables, responsables techniques, responsables qualité, auditeurs qualité et autres intervenants dans un atelier d'entretien d'aéronefs ou d'éléments d'aéronefs.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaîtra les exigences du règlement européen PART 145 et les modalités d'application qui permettent la délivrance et le renouvellement de l'agrément des ateliers d'entretien d'aéronefs et de composants.

Il doit être capable de s'impliquer dans une organisation de maintenance.

### DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Joël GALLE**

Responsable Maintenance  
Aéronautique à SECA  
Automatismes.

## PROGRAMME

### Vue générale des règlements européens

#### Le règlement 2042/2003 Part 145

- Présentation détaillée
- Définition
- Exigences
- AMC

#### Manuel de spécification d'organisme d'entretien (MOE)

- Présentation du document
- Objectifs
- Procédures

#### Notions de responsabilités liées à l'APRS d'un aéronef et de composants soumis à l'EASA Form 1

#### Contrôle des connaissances acquises

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Exemples d'applications de cas d'entreprises de différents métiers et tailles.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## EXPLOITATION, MAINTENANCE, SÉCURITÉ ET RÉGLEMENTATION

# INTRODUCTION À MSG 3 ET RCM

**Public et pré-requis :** Cette formation s'adresse aux ingénieurs, techniciens et opérateurs du monde aéronautique, chargés de conduire ou de participer au développement ou à l'optimisation d'un plan de maintenance préventif selon le processus MSG 3 / S4000M. Les stagiaires devront avoir une connaissance initiale des bases de la Sûreté de Fonctionnement.

Prérequis souhaités : stage « Initiation à la sûreté de fonctionnement FMDS/RAMS ».

### Objectifs pédagogiques :

- Connaître le plan de maintenance programmée ou le plan de maintenance préventive optimisé d'un produit est un des facteurs de succès des industriels et opérateurs dans le monde aéronautique et de la défense.
- Appliquer la méthode MSG3 & S4000M afin d'appréhender et de conduire une analyse MSG3 ou RCM (Reliability Centered Maintenance).

### DURÉE DE LA FORMATION

2 jours (14 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Philippe BROCHAIN

possède une solide expérience à l'étranger (Europe et Amérique du Nord, 12 ans) et une solide expertise reconnue dans le domaine RAMS, ILS et Certification (Aéronautique et Spatial, AIRBUS, BOMBARDIER, ESA, EC) depuis près de 20 ans.

Il intervient dans le cycle de formation standard et continue auprès de Supaéro, INSA, ENAC et London University.

### PROGRAMME

#### Ingénierie de maintenance

- Concept de maintenance
- Maintenance préventive et maintenance corrective
- On condition maintenance

#### Processus MSG-3 et RCM

- Historique
- Concept normatif, objectif
- PPH
- MRB
- MPD
- CMR

#### Processus Systèmes

- Familiarisation au développement MSG3, MSI...

#### Processus Structure

- Familiarisation au développement MSG3, SSI...

#### Processus Zonal

- Familiarisation au développement MSG3 Zonal

#### Étude de cas MSG3 Systèmes

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Etude de cas et exercices.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

POUR ALLER PLUS LOIN

Sûreté de fonctionnement (SDF / FMDS / RAMS)  
Soutien Logistique Intégré



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## EXPLOITATION, MAINTENANCE, SÉCURITÉ ET RÉGLEMENTATION

# MAINTENANCE PRÉDICTIVE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs, techniciens supérieurs et managers aéronautiques, intervenant dans la maintenance d'équipements ou d'éléments structuraux, chez les fabricants d'avions et leurs équipementiers. Elle s'adresse également à ceux qui travaillent en exploitation ou maintenance des avions au sein de compagnies aériennes. De plus, elle correspond aux besoins de formation des cadres et techniciens des entreprises de maintenance aéronautique.

**Objectifs pédagogiques :** La Maintenance Prédictive (ou Prévisionnelle) des équipements et structures permet l'évaluation de leur intégrité et des prévisions sur leur durée opérationnelle restante. En s'appuyant sur des analyses, et grâce à des aides décisionnelles, elle permet l'optimisation des interventions de maintenance. Cela conduit à une réduction des coûts de maintenance tout en garantissant une meilleure disponibilité des avions. A l'issue de la formation, le stagiaire possède les connaissances sur la Maintenance Prédictive qui portent sur les principes et les techniques d'acquisition de données, les méthodes et outils permettant leur exploitation, ainsi que les analyses permettant l'aide décisionnelle pour l'optimisation de la maintenance. Les avantages opérationnels et économiques sont traités au travers d'applications concrètes.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Pascal THALIN**  
Docteur-Ingénieur, Chairman  
du Comité de Pilotage  
de l'Avion Electrique de  
SAE International. 20 ans  
d'expérience aéronautique  
acquise chez Airbus, Safran et  
Thales en systèmes électriques,  
avioniques et propulsifs.  
Professeur à l'ESTACA pour la  
Formation Continue.  
Auteur du livre « *Fundamentals  
of Electric Aircraft* » publié par  
SAE International.

## PROGRAMME

**Introduction à la Maintenance Prédictive**

**Principes de fonctionnement**

**Capturs, acquisition et traitement de données**

**Différences et complémentarités avec la maintenance classique  
Conception d'un système de Maintenance Prédictive**

- Outils de conception
- Analyses
- Couverture
- Modèles
- Algorithmes
- Modèles économiques

**Stratégies d'optimisation de la maintenance grâce à la Maintenance Prédictive**

**Aspects économiques**  
• Bilan économique (coût/gain)  
• Business Case

**Etudes de cas techniques et économiques :**  
• Structure avion  
• Propulsion  
• Actionneur

**Avantages opérationnels et économiques de la Maintenance Prédictive**

**Aspects Réglementaires**

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Illustrations des principes, architectures au travers de schémas fonctionnels et images.  
Etudes de cas techniques et économiques.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## EXPLOITATION, MAINTENANCE, SÉCURITÉ ET RÉGLEMENTATION

# MANAGEMENT DE PROJET AÉRONAUTIQUE

**Public et pré-requis :** Tous publics voulant acquérir une spécialisation dans les domaines de l'aéronautique ou ceux en relation avec le domaine aéronautique.

**Objectifs pédagogiques :** Faire découvrir les notions spécifiques de cette matière ayant trait ou étant en relation avec le domaine aéronautique.

### DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou Laval (53) ou  
distanciel

### INTERVENANTS

#### Mr. René ZANDERIGO

Ingénieur en aéronautique,  
Master en Management ISAE  
Supaéro - TSM Toulouse School  
of Management. Actuellement  
en poste chez AIRBUS.

### PROGRAMME

#### Management de projet

- Les concepts de base et les enjeux
- L'organisation et les projets
- Les processus du management de projet
- Le démarrage du projet
- Le management des exigences
- La réunion de lancement
- La structuration du projet
- Les objectifs et principes du plan projet
- Le management des délais
- Le management des risques
- Le management de l'information
- Le management des hommes
- Le retour d'expérience Concurrent engineering – Extended entreprise
  - Définition
  - Processus en ingénierie
  - Ingénierie simultanée
  - Entreprise étendue

#### Configuration management – V&V process

- Introduction
- Suivi des mises à jour
- Processus
  - Projet/CM Processus
  - Processus V & V
  - Planning CM pour les systèmes
  - Lien entre avion systems et équipements
- Généralités
  - Définitions
  - Revues
  - Phase d'avancement pour les Systèmes et les Equipements
- Concepts
  - Cadre général
  - Processus des exigences
  - Bases de la configuration
  - Document d'indexation de la configuration des systèmes
  - Structure produit
  - Complétude des Systèmes
  - Déviation - non conformités
- Exemple de processus de revues de développement

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Cours avec séances de questions/réponses.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une séance de question réponse aura lieu en fin de formation pour vérifier l'acquisition des notions du cours par les stagiaires.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

NEW

## EXPLOITATION, MAINTENANCE, SÉCURITÉ ET RÉGLEMENTATION

# DESCRIPTION TECHNIQUE PAR CHAPITRE ATA - ESSAIS EN VOL - CERTIFICATION

**Public et pré-requis :** Tous publics voulant acquérir une spécialisation dans les domaines de l'aéronautique ou ceux en relation avec le domaine aéronautique.

**Objectifs pédagogiques :** Faire découvrir les notions spécifiques de cette matière ayant trait ou étant en relation avec le domaine aéronautique.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou Laval (53) ou  
distanciel

### INTERVENANTS

**Mr. René ZANDERIGO**  
Ingénieur en aéronautique,  
Master en Management ISAE  
Supaéro - TSM Toulouse School  
of Management. Actuellement  
en poste chez AIRBUS.

### PROGRAMME

#### Aircraft Technical Description

- Introduction
- Design and Manufacture
- Payload accommodation
- Airport operations
- Performance
- Environmental Control System – ATA 21
- Auto-flight system – ATA 22
- Communication – ATA 23
- Electrical system – ATA 24
- Flight deck – ATA 25
- Fire protection – ATA 26
- Flight controls – ATA 27
- Fuel system – ATA 28
- Hydraulic system – ATA 29
- Ice and rain protection system – ATA 30
- Indicating / Recording systems – ATA 31
- Landing gears – ATA 32
- Lighting system – ATA 33
- Navigation – ATA 34
- Oxygen – ATA 35
- Pneumatic system – ATA 36
- Water / waste system – ATA 38
- Integrated Modular Avionics/ Avionics Data Communication Network – ATA 42
- Cabin management system – ATA 44
- On-board maintenance system (OMS) – ATA 45
- On-board information system (OIS) – ATA 46
- Fuel tank inerting system – ATA 47
- Auxiliary power unit (APU) – ATA 49
- Structure - ATA 50 series
- Propulsion system – ATA 70 series

#### Aircraft flight test

- General
- Civil aircraft flight test
- Military aircraft flight test
- Flight test processes
- Flight test team

#### Aircraft Certification

- Prototype
- Continuous airworthiness
- Service bulletins
- Changes to type certificate
- Supplementary type certificate
- Validity of type certificate

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Cours avec séances de questions/réponses.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une séance de question réponse aura lieu en fin de formation pour vérifier l'acquisition des notions du cours par les stagiaires.







# LES FONDAMENTAUX DE LA GESTION DE PRODUCTION

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à toute personne souhaitant découvrir les principes de la gestion de production pour utiliser un ERP.

**Objectifs pédagogiques :**

- Comprendre les enjeux de la gestion de production.
- Utiliser les outils de la gestion de production et maîtriser les calculs.
- Suivre et optimiser sa production.

**DURÉE DE LA FORMATION**

2 jours (14 heures)

**LIEU**

En présentiel  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

**INTERVENANTS**

**Joël GALLE**

Maintenance Aéronautique à  
SECA automatisme.

## PROGRAMME

**Découvrir la gestion de production**

- Connaître les fondamentaux de la gestion de production et son historique
- Comprendre les enjeux de la gestion de production : juste à temps, stocks et taux de service
- Distinguer les typologies de processus industriels

**Décrire le processus de production**

- Etablir une cartographie des processus
- Distinguer les flux matériels et les flux d'informations
- Calculer la capacité et les charges
- Cerner les moyens d'actions sur la capacité et la charge
- Calculer les taux de rendement synthétique, les taux de rendement global
- Mettre en place les trois notions clés d'une gestion performante : disponibilité, performance et qualité

**Gérer les stocks**

- Comprendre les rôles et les types de stocks de production
- Classifier les stocks et les distinguer
- Gérer le coût des stocks
- Calculer la quantité économique optimale de commande
- Suivre la gestion physique des stocks

**Planifier la production**

- Appréhender les différents niveaux de plans (PIC, PDP, calcul des besoins nets), réaliser des prévisions
- Distinguer les niveaux de management de la production : plans et besoins nets
- Découvrir les ERP
- Comprendre les données techniques : nomenclature, fiche produit, gamme opératoire, ...
- Réaliser l'ordonnancement, le lissage de charge
- Suivre les réalisations

**Passer des flux tirés aux flux poussés**

- Mettre en place l'approvisionnement réflexe, visuel, supermarché
- Mettre en place le Kanban
- Synchroniser l'approvisionnement ou gestion avec le MRP
- Gérer les méthodes d'approvisionnement en flux tiré avec les fournisseurs
- Développer le flux unitaire, le SMED

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Etudes de cas, exercices appliqués.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2



## LA LOGISTIQUE INDUSTRIELLE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs et techniciens confrontés à des problématiques logistiques dans le cadre de leurs activités. .

**Objectifs pédagogiques :**

- Comprendre les enjeux stratégiques de la logistique des organisations.
- Se familiariser avec les outils opérationnels de la logistique.

**DURÉE DE LA FORMATION**

2 jours (14 heures)

**LIEU**

En présentiel  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

**INTERVENANTS**

**Joël GALLE**

Maintenance Aéronautique à  
SECA automatisme.

### PROGRAMME

**Concepts de la logistique**

- Origine de la logistique
- Définitions de la logistique : logistique et flux, définitions ASLOG et AFNOR
- La logistique d'entreprise : approche par filière industrielle et approche par fonction
- Concept de Supply Chain :
  - la chaîne logistique dans l'entreprise
  - fonctions sur les flux physiques des produits
  - fonctions sur les flux d'information
  - organisation de la chaîne logistique dans les entreprises et Supply Chain Management
- Indicateurs de logistique

**Pilotage des flux**

- Définition d'un flux
- Les flux poussés : principes, calcul des besoins nets, la méthode MRP2
- Les flux tirés
- Indicateurs de performance du flux : délai, stock, coût

**Gestion des approvisionnements**

- Rôle du stock
- Classification du stock et analyse de Pareto : critères, classes ABC
- Coût du stock : coût d'acquisition, coût de possession, coût total
- Méthodes d'approvisionnement :
  - problématique
  - approvisionnement à date variable/quantité fixe : le pont de commande
  - approvisionnement à date fixe/quantité variable : le remplètement périodique
  - approvisionnement à date et quantité variable
  - approvisionnement à date fixe et quantité fixe

**Distribution physique**

- Modes de transport routier
- Modes de transport ferroviaire
- Modes de transport fluvial
- Modes de transport maritime
- Modes de transport aérien
- Modes de transport combiné
- Comparatifs et impacts sur l'environnement
- La gestion des transports
- La logistique de distribution : entrepôts, plateformes, architecture du réseau, rôle des prestataires

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Etudes de cas, exercices appliqués.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2



## SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT (SDF/FMDS/RAMS)

**Public et pré-requis :** Cette formation s'adresse aux Ingénieurs et Techniciens se destinant à conduire, participer ou piloter une étude de sûreté de fonctionnement FMDS/RAMS, ou à répondre à un appel d'offres.

**Objectifs pédagogiques :** La majorité des consultations, appels d'offres et nouveaux programmes industriels incluent des clauses de Sûreté de Fonctionnement exprimées en termes de performance de Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité, et de Sécurité (FMDS), ou RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Safety).

- Connaître les méthodes utilisées en Sûreté de Fonctionnement.
- Rédiger et évaluer les clauses / performances FMDS/RAMS.
- Conduire les activités de Sûreté de Fonctionnement.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
4 jours (28 heures)

### PROGRAMME

#### Ingénierie des systèmes

- FMDS/RAMS performances/requirements
- FMDS & RAMS Plan(s)
- Le processus V&V dans les activités FMDS/RAMS

#### Architecture des systèmes & Sécurité

- Introduction à l'analyse des risques
- APR, HAZOP, Arbres de défaillances

#### Fiabilité (MTBF, MTTF)

- Analyse qualitative et quantitative
- Lien avec l'Analyse Fonctionnelle
- AMDE et AMDEC et Arbre de défaillances

#### Maintenabilité (MTTR)

- Analyse qualitative & quantitative
- Interprétation des résultats de l'AMDEC
- Interprétation des arbres de défaillances
- Concept et influence des pannes dormantes/évidentes
- Evaluation de la testabilité
- Influence de la maintenabilité sur les composantes maintenances du coût d'exploitation et concept de maintenance

#### Disponibilité

- Evaluation de la disponibilité intrinsèque des systèmes
- Quelques méthodes de calculs
- Introduction et place des graphes de Markov et des réseaux de Pétri
- Influence du retour d'expérience et de la capitalisation de l'expérience dans la fiabilité opérationnelle/en service

**LIEU**  
En présentiel  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Philippe BROCHAIN**  
possède une solide expérience à l'étranger (Europe et Amérique du Nord, 12 ans) et une solide expertise reconnue dans le domaine RAMS, ILS et Certification (Aéronautique et Spatial, AIRBUS, BOMBARDIER, ESA, EC) depuis près de 25 ans. Il intervient dans le cycle de formation standard et continue auprès de Supaéro, INSA, ENAC et London University.

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Etude de cas et exercices.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## INNOVATION & PROCESSUS



# SOUTIEN LOGISTIQUE INTÉGRÉ & COÛT DE MAINTENANCE

**Public et pré-requis :** Cette formation s'adresse aux Ingénieurs et Techniciens supérieurs se destinant à conduire, participer ou piloter une étude SLI/ASL/SE, ou répondre à un appel d'offres. En pré-requis, des connaissances de Sécurité de Fonctionnement (FMDS) sont souhaitées.

**Objectifs pédagogiques :** La majorité des consultations, appels d'offres et nouveaux programmes industriels incluent des clauses de Soutien Logistique Intégré (SLI) / Support Engineering (SE) exprimées en termes de performance de Fiabilité, Disponibilité et de services/produits associés au contexte opérationnel dans lequel le système sera déployé, par exemple, des contrats de Coût Global de Possession CGP ou LCC ; contrat de Maintien en Condition Opérationnelle – MCO. A l'issue de cette formation, les stagiaires disposent des connaissances suffisantes pour rédiger et évaluer les clauses / performances SLI/ASL associées.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
4 jours (32 heures)

**LIEU**  
En présentiel  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Cristina ZAHALCA**  
consultant expert en domaine de la définition et de la mise en œuvre de démarches de management des Risques, de la Sécurité de Fonctionnement (SdF), du Soutien Logistique Intégré (SLI) et de l'Analyse de Soutien Logistique (ASL). Disposant d'un diplôme d'ingénieur et de Docteur en Mathématiques Statistiques – Sécurité de Fonctionnement de l'INP Grenoble, elle exerce, depuis plus de 20 ans. Elle a réalisé de nombreuses études en domaine militaire, transport ferroviaire et urbain, aéronautique, télécommunication, énergie. Depuis 2011, elle dirige la société CONCEPT RISK dont l'activité porte sur la gestion des risques et opportunités d'un projet.

### PROGRAMME

Ce module de formation est conduit à partir d'exemples concrets et interactifs avec les stagiaires. Il insiste sur les principales composantes d'évaluation.

#### Introduction

- Introduction SLI/ASL/MCO
- Normes et standards (ECSS, MIL STD, DEF STAN, EN, série de spécifications promues par l'ASD AeroSpace and Defense Industries)
- Concept de maintenance,
- Concept de soutien
- Cycle de vie (System/Support)
- Management de SLI : coordination des activités de SLI, lien avec les autres acteurs concernés, Plan SLI, Plan de Formation, Plan de documentation, Plan EMST, Plan de gestion de configuration, ...

#### Ingénierie des systèmes

- Architecture des systèmes et les activités de SLI
- SLI/ASL & FMDS performances
- Le processus V & V

#### Performance Fiabilité & Testabilité (MTBF, MTTF)

- Etudes FMDS, AMDEC et son utilisation pour l'ingénierie de maintenance,
- Indicateurs de fiabilité / maintenabilité : MTBF, MTTR, MUT, MDT,
- Comment traiter les NFF...

#### Support Engineering / Maintenabilité

- Tâches de maintenance (Programmées, non programmées)
- Plan de maintenance
- Evaluation de la testabilité
- Influence de la maintenabilité sur les composantes de la maintenance : coût d'exploitation et concept de maintenance
- Influence des facteurs humains (suivi des procédures de maintenance / erreurs humaines)
- Optimisation de la maintenance par la fiabilité (concept OMF ou RCM)

#### Analyse du soutien logistique (ASL)

- Arborescence Logistique
- Les outils, les standards (BASL)
- Les composantes ASL (Logistique TAT, MTTR, rechanges/stocks)
- Impact des obsolescences
- Eléments d'un modèle de Coût Global de Possession (CGP ou LCC)
- Etude LORA

#### Disponibilité et Retour d'expérience (REX)

- Evaluation de la disponibilité (intrinsèque)
- Influence du retour d'expérience et de la capitalisation de l'expérience dans la fiabilité opérationnelle/en service

#### Les éléments du Soutien Logistiques (éléments SLI)

- Documentation technique (standards applicables)
- Les rechanges (principe d'évaluation)
- Packaging, transport (fonction EMST)
- Formation des opérateurs de maintenance (évaluation du besoin)
- Assistance technique (approche contractuelle)
- Management de configuration.

#### Les contrats de Maintien en Condition Opérationnelle (MCO)

- Eléments indispensables pour bien rédiger un contrat de MCO

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentation sous forme de slides, exemples de cas, exercices.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

PRE REQUIS

Sécurité de Fonctionnement (SdF/FMDS/RAMS)



# L'OPTIMISATION DES PARAMÈTRES DE MAINTENANCE : OUTILS ET MÉTHODES

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs et techniciens supérieurs en lien avec l'asset management et l'optimisation de la maintenance. Même si des rappels sur les notions de base seront proposés en cours, un minimum de connaissances en mathématiques pour l'ingénieur est souhaitable.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire pourra identifier ce que doit contenir une base REX pour permettre d'extraire des indicateurs décrivant la durée de vie d'un système ou son processus de dégradation. Il pourra citer les aspects théoriques aussi bien que pratiques des outils statistiques existants pour l'analyse de données de retour d'expérience et appliquer des méthodes de calculs statistiques pour estimer des paramètres de maintenance ou de durée de vie. Enfin, ce cours est illustré par des applications industrielles des méthodes vues en cours et en exercices.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
Université Gustave Eiffel  
Champs sur Marne (77)

## INTERVENANTS

**Laurent BOUILLAUT**  
Senior Researcher - Ing., PhD,  
HDR à l'Université Gustave  
Eiffel. Responsable du pôle  
Data et Mobilité.

## PROGRAMME

### Éléments de base de la théorie de la maintenance

- Types de maintenance
- Choix de stratégies
- Organisation et mise en œuvre.
- Principaux paramètres de la sûreté de fonctionnement

### Informatisation de la maintenance

- Les enjeux du retour d'expérience pour la maintenance
- Mythes et réalités de la GMAO (gestion de la maintenance assistée par ordinateur)
- Mise en œuvre d'une base de données de retour d'expérience
- Données censurées dans le retour d'expérience : les raisons de cette censure et les outils pour la gérer

### Méthodes statistiques pour l'estimation de durées de vie à partir d'un REX

- Généralités sur les approches « statiques » versus approches « dynamiques »
- Méthodes d'identification de la phase de dégradation d'un système (jeunesse, maturité, vieillesse)
- Paramètres statistiques décrivant la durée de vie d'un système : définitions et méthodes d'estimation
- Le MTBF (durée moyenne entre deux défaillances) peut-il définir une bonne politique de maintenance ?

### Illustrations industrielles sur des applications « transport »

### Evaluation et retour du formateur

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Exemples : Etudes de cas.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis, portant sur une étude de cas, avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.





# MATÉRIAUX COMPOSITES AVANCÉS POUR LES TRANSPORTS, COMPORTEMENT ET DURABILITÉ

**Public et pré-requis :** La formation, visant à présenter les fondamentaux, s'adresse à un public d'ingénieurs de tous secteurs souhaitant découvrir ou élargir leurs connaissances sur les matériaux composites à matrices organiques. Ce module s'adresse non seulement aux personnes travaillant en bureau d'études mais également aux chefs de projets ou numériciens désireux d'approfondir leur culture technique. Les stagiaires doivent cependant posséder quelques notions en mécanique des matériaux et des solides.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, les stagiaires ont les clefs pour « penser composite » et tirer profit de leurs spécificités tout en distinguant les concepts majeurs ainsi que les écueils à éviter. Il s'agit notamment de :

- Appréhender les spécificités du marché « composites », les tendances et l'innovation.
- Distinguer les renforts et matrices les plus couramment utilisés ainsi que les moyens de mise en œuvre associés.
- Sélectionner les méthodes de caractérisation appropriées.
- Appliquer des modèles simples et prédictifs destinés aux études de pré-dimensionnements.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

## INTERVENANTS

**Dr. Sébastien JOANNÈS**  
Chargé de Recherche au  
Centre des Matériaux de  
Mines-ParisTech.  
Spécialiste du comportement  
thermo-mécanique  
des Composites à  
Matrice Organique  
(CMO), des mécanismes  
d'endommagement, de la  
durabilité et des assemblages  
des structures composites.  
Ancien Ingénieur de Recherche  
CEMCAT - IPC Laval (Centre  
Technique Industriel de la  
Plasturgie et des Composites).

## PROGRAMME

### Jour 1 : Concepts et atouts majeurs

#### Les clefs du succès

- Les ingrédients du succès : Inertie, hétérogénéité & anisotropie, « penser composites »
- De la fibre aux structures textiles, comprendre les mécanismes de renforcement
- Le dynamisme du marché, état de l'art et perspectives

#### Fibres naturelles, artificielles et synthétiques

- Les fibres, une forme extraordinaire de matière
- Comportement des fibres polymères et précurseurs pour fibres de carbone

#### Matrices et interphases

- Les matrices organiques, des approches historiques aux procédés réactifs
- Gérer les interfaces et interphases

#### Impact du procédé de mise en œuvre sur les propriétés mécaniques

- Rhéologie et orientation des renforts
- L'apport de la simulation numérique

#### Développements et champs de recherche, quelques exemples transverses

- Fonctionnalisation des composites, fabrication additive
- Eco-conception : la place des bio-composites

### Jour 2 : Tirer profit des matériaux composites pour nos transports

#### Microstructure et « propriétés », mise en pratique sur stations de calculs

- Conduire puis exploiter des essais thermo-mécaniques de caractérisation, notion de VER
- Appliquer : Éléments sur la mécanique, règles de conception, les écueils à éviter
- Analyser et prévoir le comportement des structures - dimensionnement
- Initiation aux techniques d'homogénéisation analytiques et numériques
- Vieillessement, durabilité hygro-thermique et fatigue thermo-mécanique

#### Spécificités transports : exemples autour du stockage embarqué de l'hydrogène

- Haute-performance, sécurité, durabilité, contrôle santé et outils associés

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Ce cours est illustré par des exemples précis sur des applications transports et un quart de la formation est consacrée à la mise en pratique des techniques d'évaluation des propriétés mécaniques.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.





FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2



# EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES ET ÉLECTRONIQUES DANS LES DOMAINES INDUSTRIELS, GRAND PUBLIC ET DÉFENSE

**Public et pré-requis :** Ingénieurs et techniciens confrontés à l'homologation des équipements électriques/ électroniques(E/E) de tous secteurs. Consultants, responsables techniques et qualité.

**Objectifs pédagogiques :** Fournir une vue d'ensemble des référentiels réglementaires applicables aux équipements électriques / électroniques (marquage CE, schéma O.C., ...). Présenter les mécanismes réglementaires permettant la commercialisation des équipements E/E. Acquérir les connaissances nécessaires à l'application des directives relatives au matériel électrique / électronique.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

## INTERVENANTS

**Joël GALLE**  
Responsable Maintenance  
Aéronautique à SECA  
Automatismes.

## PROGRAMME

### S'approprier les fondamentaux de la réglementation «nouvelle approche»

- Bases communes liées à la nouvelle approche
- Les directives "équipements électriques"
- Le marquage CE
- Les schémas types de l'évaluation de la conformité
- La documentation technique

### Identifier les principales directives applicables aux équipements électriques et électroniques

- La directive CEM 2004/108/CE
- La directive basse tension 73/23/CEE amendée par la directive 2006/95/CE
- La directive R&TTE 1999/05/CE
- Les directives environnement ROHS 2011/65/CE et DEEE 2002/96/CE
- La directive ErP 2009/125/CE

### La directive travailleurs 2004/40/CE et recommandation 1999/519/CE liée à l'exposition du public

- Risque de l'exposition aux ondes électromagnétiques des travailleurs et du public

### Décrire les modalités d'application de ces directives

- Champs d'application
- Evaluation de la conformité

### Identifier les obligations des fabricants

- Documentation technique
- Déclaration de conformité
- Marquage de conformité

### Synthétiser les principales normes par domaines d'activités

- Équipements grand public
- Équipements industriels
- Équipements ferroviaires
- Équipements militaires
- Cas spécifiques

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Etudes de cas, exercices appliqués.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2



## PRATIQUE DE L'ANALYSE FONCTIONNELLE

**Public et pré-requis :** Cette formation s'adresse aux Ingénieurs ou techniciens supérieurs intéressés par la maîtrise de la démarche et des méthodes d'analyse fonctionnelle. Cet outil d'expression du besoin fonctionnel aboutit à la rédaction du cahier des charges fonctionnel (CdCF). Les études de sûreté de fonctionnement s'appuient aussi sur cette démarche.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire doit être capable de contribuer efficacement à toute étude d'analyse fonctionnelle permettant d'exprimer de manière pertinente et exhaustive le besoin fonctionnel, en le transformant en fonctions de service, puis, en fonction techniques.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Hédi MEJBRI**  
Docteur de l'ENS de Cachan,  
ingénieur expérimenté,  
actuellement responsable  
de projets industriels dans le  
secteur automobile.

### PROGRAMME

#### Expression du besoin

#### Importance d'une analyse fonctionnelle

#### Analyse fonctionnelle externe

- Analyse et expression du besoin – outil : « bête à cornes »
- Cycles de vie
- Milieux extérieurs
- Fonctions principales et contraintes
- Exemple d'une application industrielle

#### Cahier des Charges Fonctionnel – CdCF

- Présentation du problème/besoin fonctionnel
- Caractérisation des fonctions (critères, niveaux, flexibilités,...)
- Spécification par Exigences
- Exemple de CdCF

#### Logique d'enchaînement des outils

- AFB
- CdCF
- AF Technique
- APR
- AMDEC
- Cotation fonctionnelle
- HCPP

#### Analyse de la solution technique

#### Analyse fonctionnelle interne

- Méthode SADT (Structured Analysis and Design Technic)
- Bloc diagramme fonctionnel
- Tableau d'Analyse Fonctionnelle (TAF)

#### Application à des produits Ferroviaire et Aéronautique, en groupe

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Cours intégré et travaux pratiques réalisés sur des cas concrets d'entreprises.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2



# MAÎTRISE DES VARIATIONS GÉOMÉTRIQUES PAR LE TOLÉRANCEMENT FONCTIONNEL ISO 3D

**Public et pré-requis :** Ingénieurs et techniciens supérieurs désireux de maîtriser les méthodes de tolérancement fonctionnel dans le cycle de développement d'un produit, en utilisant les normes ISO/ASME. Les participants doivent être capables de lire un plan 2D.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire maîtrise la démarche de tolérancement par des algorithmes bien formalisés et structurés. Des règles-métier produit/process sont détaillées.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
3 jours (21 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

## INTERVENANTS

**Hédi MEJBRI**  
Docteur de l'ENS de Cachan,  
ingénieur expérimenté,  
actuellement responsable  
de projets industriels dans le  
secteur automobile.

## PROGRAMME

**Le tolérancement fonctionnel dans le cycle de développement d'un produit**

**De la fonction aux conditions géométriques : décomposition fonctionnelle**

### Analyse d'un plan

- Plan d'ensemble
- Plan de définition
- Cotation ISO sur un plan
- Hiérarchisation des caractéristiques Produit/Process
- Du plan 2D à la maquette numérique 3D : Drawingless

### Rappel du tolérancement géométrique ISO/ASME

- Symboles graphiques et leurs sémantiques au sens de la norme ISO
- Etude comparative des normes ISO et ASME

### Démarche de tolérancement fonctionnel

- Importance du processus d'assemblage : mise en position relative des pièces
- Tolérancement pour assurer la montabilité
- Tolérancement pour assurer la précision de l'assemblage
- Règles générales

### Règles d'application d'exigences particulières

- Exigences de maximum et minimum de matière, tolérance projetée
- Pourquoi, quand et comment ?

### Méthodes de calcul des tolérances

- Méthodes : arithmétique, quadratique, probabiliste
- Règles métier pour le tolérancement des pièces flexibles

### Organisation du dossier de synthèse géométrique

### Applications à des produits industriels

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Cours intégré et exercices réalisés sur des cas concrets de produits industriels (moteur, etc.).

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2



## LE PILOTAGE DE L'INNOVATION

**Public et pré-requis :** La formation se destine aux ingénieurs et techniciens qui ont pour mission de développer l'innovation au sein de l'entreprise, ou qui aspirent à ces fonctions et souhaitent se former.

**Objectifs pédagogiques :** Les entreprises ont identifié l'innovation comme facteur clé de leur succès. Non plus cantonnée aux BE, à la R&D, l'innovation contemporaine est transverse et s'adresse à tous les acteurs de l'entreprise. L'injonction d'innover doit être accompagnée de formations/accompagnements adéquats, exploitant les nouvelles méthodologies (design thinking, lean startup, business model canvas...). Il s'agit de former les apprenants à l'innovation, à être force de propositions et de créativité et à mener à bien un projet.

### DURÉE DE LA FORMATION

2 jours (14 heures)

### LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

#### Jean-Philippe BERLENCOURT

Designer et «innovateur»,  
Diplômé de l'Ensci-Les Ateliers,  
et de l'IAE Paris. Précédemment  
directeur design de Facom,  
directeur du master Automotive  
& Transport Design de l'ISD/  
Rubika. Actuellement mentor  
de start-up et intervenant à  
l'université Paris-Saclay (cours  
entrepreneuriat et design  
thinking).

### PROGRAMME

#### Jour 1

##### Compétences et organisation humaine

- Le diagnostic de l'innovation - Le réseau d'innovation - Modèle de Dilts et Bateson
- Le challenge de l'innovation - La grille des contacts - La matrice attitude-influence

##### Veille et prospective

- La veille sur internet - Les quatre types de veille - La courbe de Hype -
- Le benchmarking - Le cahier de tendances

##### Pilotage de l'innovation

- Les 4P de l'innovation - Le pipeline de l'innovation - Le portefeuille d'innovations
- Le tableau de bord - L'étude de faisabilité

##### Open innovation

- Le système productif local - Le lead user - Le studio créatif - Le focus group

#### Jour 2

##### Créativité

- Le processus créatif - L'espace créatif - La séance de créativité
- L'échauffement - La méthode des 6 chapeaux - Le brainstorming

##### Tri des idées

- La fiche idée - La matrice SWOT - Le vote pondéré
- La matrice multicritère - Le test de concept

##### Développement de l'innovation

- Le cahier des charges marketing - L'analyse fonctionnelle –
- La conception à coût objectif - L'Amdec

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Connaissances théoriques, études de cas, puis majoritairement pédagogie par projet, «learning by doing», pour aboutir à la fin du module à un projet pertinent.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2



# SYSTÈMES HYDRAULIQUES DANS LE TRANSPORT ET TECHNOLOGIE DES COMPOSANTS

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs et techniciens supérieurs souhaitant découvrir les fondamentaux d'un système hydraulique, ou en charge de la maintenance des systèmes hydrauliques.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire sera capable d'identifier l'ensemble des composants d'un schéma hydraulique et de dresser la nomenclature de ses composants. Il sera en mesure de comprendre les différentes sources d'énergie servant à alimenter le groupe hydraulique. Il sera en capacité de comprendre les liaisons des différents composants d'un schéma hydraulique, leur rôle et interaction.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
1 jour (7 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

**INTERVENANTS**  
**Rabia SEHAB**  
Enseignante chercheur  
ESTACA.

## PROGRAMME

**Présentation de la configuration générale d'un système hydraulique**

### Zone 1 : Groupe hydraulique (source d'énergie)

- Pompes hydrauliques (technologie, principe de fonctionnement et caractéristiques)
- Accessoires de mesure et de protection
- Moteurs d'entraînement
- Réservoir

### Zone 2 : Distribution et liaison

- Distributeurs hydrauliques (types et principe de fonctionnement)
- Accessoires de protection : accumulateurs/clapets antiretour/filtres
- Accessoires de régulation et de mesure : contrôleurs de débit/limitateurs de pression/manomètre et débitmètre
- Accessoires de liaison : conduites, raccords et flexibles

### Zone 3 : Les récepteurs

- Vérins hydrauliques : technologies, principe de fonctionnement et caractéristiques
- Moteurs hydrauliques : technologies, principe de fonctionnement et caractéristiques

**Pertes de charges dans les systèmes hydrauliques**

**Transmission hydrostatique**

**Asservissement des systèmes hydrauliques**

**Nomenclature des composants et schémas hydrauliques**

### Exercices pratiques

- Le danger de l'hydraulique et les mesures de sécurité à prendre.
- Identification des composants sur les schémas hydrauliques.
- Fonctionnement d'un système de levage multi distributeurs et multi vérins hydrauliques

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Apports théoriques, avec de nombreux exercices pratiques, études de cas et retours d'expériences.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis, portant sur une étude de cas, avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



# SYSTÈMES HYDRAULIQUES DANS LE TRANSPORT ET DÉTECTION DES PANNES

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs et techniciens supérieurs souhaitant approfondir leurs connaissances des systèmes hydrauliques, ou en charge de la maintenance des systèmes hydrauliques.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire sera capable d'identifier l'ensemble des composants d'un schéma hydraulique et de dresser la nomenclature de ses composants. Il sera en capacité de comprendre les liaisons des différents composants d'un schéma hydraulique, leur rôle et interaction. Il sera capable de maîtriser la méthodologie de recherche de pannes.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

**INTERVENANTS**  
**Rabia SEHAB**  
Enseignante chercheur  
ESTACA.

## PROGRAMME

### Présentation de la configuration générale d'un système hydraulique

#### Zone 1 : Groupe hydraulique (source d'énergie)

- Pompes hydrauliques (technologie, principe de fonctionnement et caractéristiques)
- Accessoires de mesure et de protection
- Moteurs d'entraînement
- Réservoir

#### Zone 2 : Distribution et liaison

- Distributeurs hydrauliques (types et principe de fonctionnement)
- Accessoires de protection : accumulateurs/clapets antiretour/filtres
- Accessoires de régulation et de mesure : contrôleurs de débit/limitateurs de pression/manomètre et débitmètre
- Accessoires de liaison : conduites, raccords et flexibles

#### Zone 3 : Les récepteurs

- Vérins hydrauliques : technologies, principe de fonctionnement et caractéristiques
- Moteurs hydrauliques : technologies, principe de fonctionnement et caractéristique

### Pertes de charges dans les systèmes hydrauliques

#### Transmission hydrostatique

#### Asservissement des systèmes hydrauliques

#### Nomenclature des composants et schémas hydrauliques

#### Exercices pratiques

- Le danger de l'hydraulique et les mesures de sécurité à prendre.
- Identification des composants sur les schémas hydrauliques.
- Fonctionnement des systèmes de levage multi distributeurs et multi vérins hydrauliques
- Dimensionnement des composants d'un système hydraulique

#### Méthodes de recherche de pannes dans les systèmes hydrauliques

- Méthodes classiques et manuel d'utilisation
- Méthode avancée par simulation des schémas hydrauliques avec le logiciel AMESim et une animation en 3D.

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Apports théoriques, avec de nombreux exercices pratiques, études de cas et retours d'expériences.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis, portant sur une étude de cas, avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2



# MANAGEMENT D'UN PROJET INDUSTRIEL MÉTHODE AGILE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs, souhaitant approfondir ou diversifier leurs connaissances sur les approches de la gestion de Projets Agile.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît les fondamentaux de l'Agilité. L'environnement Agile, la création et la livraison de la « valeur » de façon régulière, les facteurs organisationnels qui influencent l'utilisation des approches Agile et l'amélioration continue dans le cadre de la méthodologie SCRUM.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

## INTERVENANTS

**Mahdi MOVAHEDKHAH**  
Chef de Projet chez DAHER,  
PhD.en Génie Industriel  
à l'ECParis,  
Certifié PMI/PMP®, PRODUCT  
OWNER AGILE®

## PROGRAMME

**Les principes de l'Agilité : les phases, les valeurs, les principes sous-jacents**

**Being Agile, Doing Agile (valeurs, principes, pratiques)**

**4 valeurs fondamentales du Manifeste Agile et les 12 principes du développement Agile**

**Structure des cycles de développement (itérative et incrémentale)**

**La méthodologie SCRUM : les éléments, les cérémonies et les rôles (Scrum Master, Product Owner et équipe de développement, ...)**

- Les éléments : Product Backlog / Story Mapping / Sprint Backlog / Sprint / Release / Burndown chart
- Les cérémonies: Planning Poker / Sprint planning / Daily Scrum meeting / Sprint demo / Sprint retrospective

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Formation en salle avec projection de diaporamas sous Power Point, commentaires interactifs, retours d'expériences, études de cas.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

## POUR ALLER PLUS LOIN

<https://agilemanifesto.org/principles.html>  
Beyond Agile : Achieving Success with Situational Knowledge and Skills, Mike Griffiths  
Agile Fundamentals: A Comprehensive Guide to Using an Agile Approach, Mike Griffiths  
Guide du corpus des connaissances en management de projet Guide, PMBOK, Project Management Institute  
Gestion de projet : VINCENT GIARD, Economica, 1991  
AFNOR (Association Française de Normalisation)





FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2



# MANAGEMENT PROJET AGILE (TP AVEC LES JEUX PÉDAGOGIQUES « CIPE GPA »)

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs, souhaitant approfondir ou diversifier leurs connaissances sur les approches de la gestion de Projets Agile.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît les fondamentaux de l'Agilité L'environnement Agile, la création et la livraison de la « valeur » de façon régulière, les facteurs organisationnels qui influencent l'utilisation des approches Agile et l'amélioration continue dans le cadre de la méthodologie SCRUM.

## DURÉE DE LA FORMATION

4 jours (28 heures)

### LIEU

4 Jours en présentiel à Saint-Quentin-en-Yvelines (78) ou 2 jours en distanciel et 2 jours en présentiel réservés pour l'utilisation de jeux pédagogiques

## INTERVENANTS

**Mahdi MOVAHEDKHAH**  
Chef de Projet chez DAHER,  
PhD.en Génie Industriel  
à l'ECParis,  
Certifié PMI/PMP®, PRODUCT  
OWNER AGILE®

## PROGRAMME

**Les principes de l'Agilité : les phases, les valeurs, les principes sous-jacents**

**Being Agile, Doing Agile (valeurs, principes, pratiques)**

**4 valeurs fondamentales du Manifeste Agile et les 12 principes du développement Agile**

**Structure des cycles de développement (itérative et incrémentale)**

**La méthodologie SCRUM : les éléments, les cérémonies et les rôles (Scrum Master, Product Owner et équipe de développement, ...)**

- Les éléments : Product Backlog / Story Mapping / Sprint Backlog / Sprint / Release / Burndown chart
- Les cérémonies: Planning Poker / Sprint planning / Daily Scrum meeting / Sprint demo / Sprint retrospective

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Formation en salle avec projection de diaporamas sous Power Point, commentaires interactifs, retours d'expériences, études de cas.  
Méthode démonstrative : vidéos, jeux pédagogiques, méthode interrogative : quizz digitaux,  
Méthode expositive : supports powerpoint.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

## POUR ALLER PLUS LOIN

<https://agilemanifesto.org/principles.html>  
Beyond Agile : Achieving Success with Situational Knowledge and Skills, Mike Griffiths  
Agile Fundamentals: A Comprehensive Guide to Using an Agile Approach, Mike Griffiths  
Guide du corpus des connaissances en management de projet Guide, PMBOK, Project Management Institute  
Gestion de projet : VINCENT GIARD, Economica, 1991  
AFNOR (Association Française de Normalisation)  
PM Illustrated: A Visual Learner's Guide to Project Management, Mike Griffiths



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2



# MANAGEMENT ET PILOTAGE D'UN PROJET INDUSTRIEL (AVEC UN TP EN UTILISANT LE LOGICIEL LIBRE GANTTPROJECT)

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs, souhaitant approfondir ou diversifier leurs connaissances sur les méthodes et techniques de la gestion de projet.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît :

- Les différents concepts/techniques/outils du management de projets ;
- Les principales capacités comportementales nécessaires à l'exercice du rôle d'un chef de Projets.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
3 jours (21 heures)

## LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

## INTERVENANTS

**Mahdi MOVAHEDKHAH**  
Chef de Projet chez DAHER,  
PhD.en Génie Industriel  
à l'ECParis,  
Certifié PMI/PMP®, PRODUCT  
OWNER AGILE®

## PROGRAMME

**Présentation générale de la gestion de projets et ses méthodes/approches :**

- Classique/Waterfall, Agile et Hybride

**Les fondamentaux du management Projet Classique (Waterfall) :**

- Intégration /Contenu : surveiller et maîtriser le travail du projet, créer la structure de découpage du projet, ...
- Coûts/Délai : définir les références de base, surveiller et maîtriser les délais, coûts et détermination du budget, calculer les provisions pour risques, ...
- Qualité/Ressources Humaines : mettre en place le plan d'assurance et de contrôle qualité, gérer les outils de la qualité, planifier les ressources humaines et les responsabilités, mettre en place une matrice de responsabilités, ...
- Communication/Parties prenantes : gérer les canaux de communication, gérer les conflits, communiquer sur la performance et management des parties prenantes, ...
- Approvisionnements, Risques : planifier et maîtriser les approvisionnements (types de contrat, choix des fournisseurs), planifier, identifier et maîtriser les risques, réaliser l'analyse qualitative/quantitative des risques, planifier les réponses aux risques

**Capitalisation et clôture du projet**

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Méthode démonstrative : vidéos, méthode interrogative : quizz digitaux (Klaxoon).

Méthode expositive : supports powerpoint.

Formation en salle avec projection de diaporamas sous Power Point, commentaires interactifs, retours d'expériences, études de cas.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

### POUR ALLER PLUS LOIN

Guide du corpus des connaissances en management de projet Guide, PMBOK, Project Management Institute,  
Gestion de projet : VINCENT GIARD, Economica, 1991,  
Gestion de projets : Le guide exhaustif du management de projets, 5e édition, Robert Buttrick, Critical Chain : Eliyahu M. Goldratt,  
Méthodes modernes d'ordonnancement : A. BATTERSBY, Dunod,  
Management des risques dans la conduite de projet : Jean Le Bissonnais,  
PM Illustrated: A Visual Learner's Guide to Project Management, Mike Griffiths.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2



# MANAGEMENT ET PILOTAGE D'UN PROJET INDUSTRIEL (AVEC UN TP EN UTILISANT LE LOGICIEL LIBRE GANT TPROJECT ET LES JEUX PÉDAGOGIQUES « CIPE PLATEAU PROJET »)

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs, souhaitant approfondir ou diversifier leurs connaissances sur les méthodes et techniques de la gestion de projet.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît :

- Les différents concepts/techniques/outils du management de projets,
- Les principales capacités comportementales nécessaires à l'exercice du rôle d'un chef de Projets.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
5 jours (35 heures)

## LIEU

5 jours en présentiel à Saint-Quentin-en-Yvelines (78) dont 2 jours réservés à l'utilisation de jeux pédagogiques  
3 Jours en distanciel et 2 jours obligatoires en présentiel réservés à l'utilisation de jeux pédagogiques

## INTERVENANTS

**Mahdi MOVAHEDKHAH**  
Chef de Projet chez DAHER,  
PhD.en Génie Industriel  
à l'ECParis,  
Certifié PMI/PMP®, PRODUCT  
OWNER AGILE®

## PROGRAMME

**Présentation générale de la gestion de projets et ses méthodes/approches :**

- Classique/Waterfall, Agile et Hybride

**Les fondamentaux du management Projet Classique (Waterfall) :**

- Intégration /Contenu : surveiller et maîtriser le travail du projet, créer la structure de découpage du projet, ...
- Coûts/Délai : définir les références de base, surveiller et maîtriser les délais, coûts et détermination du budget, calculer les provisions pour risques, ...
- Qualité/Ressources Humaines : mettre en place le plan d'assurance et de contrôle qualité, gérer les outils de la qualité, planifier les ressources humaines et les responsabilités, mettre en place une matrice de responsabilités, ...
- Communication/Parties prenantes : gérer les canaux de communication, gérer les conflits, communiquer sur la performance et management des parties prenantes, ...
- Approvisionnements, Risques : planifier et maîtriser les approvisionnements (types de contrat, choix des fournisseurs), planifier, identifier et maîtriser les risques, réaliser l'analyse qualitative/quantitative des risques, planifier les réponses aux risques

**Capitalisation et clôture du projet**

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Méthode démonstrative : vidéos, jeux pédagogiques, méthode interrogative : quizz digitaux.

Méthode expositive : supports powerpoint.

Formation en salle avec projection de diaporamas sous Power Point, commentaires interactifs, retours d'expériences, études de cas.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

### POUR ALLER PLUS LOIN

Guide du corpus des connaissances en management de projet Guide, PMBOK, Project Management Institute,  
Gestion de projet : VINCENT GIARD, Economica, 1991,  
Gestion de projets : Le guide exhaustif du management de projets, 5e édition, Robert Buttrick, Critical Chain : Eliyahu M. Goldratt,  
Méthodes modernes d'ordonnancement : A. BATTERSBY, Dunod,  
Management des risques dans la conduite de projet : Jean Le Bissonnais,  
PM Illustrated: A Visual Learner's Guide to Project Management, Mike Griffiths.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

## INNOVATION & PROCESSUS



# PLANIFICATION PROJET (AVEC UN TP EN UTILISANT LE LOGICIEL LIBRE GANTT PROJECT)

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs, souhaitant approfondir ou diversifier leurs connaissances sur les méthodes et techniques de la planification du Projet.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît :

- Les différents concepts / techniques de la planification du projet,
- Les principales capacités comportementales nécessaires à l'exercice d'une mission du planificateur projet.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

**INTERVENANTS**  
**Mahdi MOVAHEDKHAH**  
Chef de Projet chez DAHER,  
PhD.en Génie Industriel  
à l'ECParis,  
Certifié PMI/PMP®, PRODUCT  
OWNER AGILE®

## PROGRAMME

**Présentation générale de la Planification de projets :**

- Méthode du chemin critique : PERT/CPM
- Méthode de la chaîne critique : CCPM

**Les fondamentaux de la planification de Projets :**

- Elaboration des diagrammes WBS, OBS, SDP, Work Package, ...
- Construction du réseau des tâches (PERT/CPM, GANTT et CCPM)
- Planification (techniques d'estimation durée)
- Pilotage et contrôle des délais (Jalons, Mesure de l'avancement, ...)
- Pilotage et contrôle des coûts (Courbe en S, Mesure de l'avancement, Suivi budgétaire, ...)
- Pilotage de la disponibilité des ressources (Matrice RACI « OBS-WBS », Calendrier des interventions, ...)

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Formation en salle avec projection de diaporamas sous Power Point, commentaires interactifs, retours d'expériences, études de cas utilisation d'un logiciel libre de planification projet.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.

### POUR ALLER PLUS LOIN

Guide du corpus des connaissances en management de projet Guide, PMBOK, Project Management Institute,  
Gestion de projet : VINCENT GIARD, Economica, 1991,  
Gestion de projets : Le guide exhaustif du management de projets, 5e édition, Robert Buttrick  
Critical Chain : Eliyahu M. Goldratt  
Méthodes modernes d'ordonnancement : A. BATTERSBY, Dunod,  
Management des risques dans la conduite de projet : Jean Le Bissonnais,  
AFNOR (Association Française de Normalisation)



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2



# INTRODUCTION À L'ÉCOSYSTÈME ET LA GÉOPOLITIQUE DE L'HYDROGÈNE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances générales sur le monde de l'hydrogène et s'initier aux nombreuses nuances et complexités, aussi bien technologiques qu'industrielles, économiques et géopolitiques.

Elle se destine à la fois à de jeunes ingénieurs, managers ou commerciaux. Un background scientifique est préférable mais pas indispensable, les bases chimiques et physiques étant reposées au début du module.

**Objectifs pédagogiques :** À l'issue de la formation, le stagiaire connaît les méthodes et enjeux de production, distribution et stockage d'hydrogène, l'état de l'art industriel, le business existant et celui qui se construit, les enjeux géopolitiques et stratégiques, ainsi que les retombées économiques et sociales. Puis, il maîtrise de façon plus profonde l'état des lieux à échelle mondiale du marché de l'hydrogène pour les transports, avec ses perspectives, incertitudes et principaux freins et leviers.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

## INTERVENANTS

**Loïc BONIFACIO**  
Ingénieur ESTACA, Analyste marketing chez Plastic Omnium, spécialisé sur les enjeux d'énergie-climat, la géopolitique de l'hydrogène et son marché pour les transports. Mémoire réalisé sur le marché automobile de l'hydrogène par zone géographique.

**Nassim RIZOUG**  
Réfèrent scientifique sur les sujets liés à l'Hydrogène, Enseignant Chercheur HDR à l'ESTACA- Pole Systèmes et énergies embarquées pour le transport –S2ET .

## PROGRAMME

### Jour 1 : Vision d'ensemble

#### Introduction

- Propriétés chimiques de l'hydrogène
- Histoire de l'hydrogène, du XIXe siècle à aujourd'hui
- La transition énergétique au XXIe siècle

#### Production d'hydrogène

- Méthodes basées sur des sources fossiles
- Électrolyse & autres méthodes renouvelables

#### Stockage, transport & distribution

- Technologies actuelles
- Impacts économiques
- Perspectives

#### Technologies hydrogène

- Piles à combustibles
- Réservoirs
- Moteurs thermiques
- Combustibles à base d'hydrogène

#### Différents marchés

- Usages actuels
- Nouveaux marchés & perspectives

### Jour 2 : Enjeux géopolitiques, stratégiques & focus sur les transports

#### Enjeux géopolitiques

- Histoire de l'énergie
- Contexte énergétique selon les régions du monde
- Commerce & zones de tensions

#### Politiques de l'hydrogène

- Synthèse des nombreux Plans Hydrogène
- Retombées économiques, industrielles et sociales
- Enjeux stratégiques & particularités selon les pays

#### Marché des transports

- Contexte de la décarbonation dans les transports
- Les multiples formes de l'hydrogène
- Marché automobile
- Marché aéronautique
- Marché ferroviaire
- Marché maritime

#### Conclusion

- Principaux enjeux
- Perspectives & incertitudes
- Freins & leviers

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentation PowerPoint, Vidéos, Études de cas, Exercices.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session, sous la forme de QCM, questions ouvertes et d'études de cas (on peut en discuter).



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2



# VÉHICULE ÉLECTRIQUE À HYDROGÈNE

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances sur les véhicules électriques alimentés par de l'hydrogène.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît les différentes technologies de production et d'utilisation et d'utilisation de l'Hydrogène dans les transports terrestres.

## DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

## LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

## INTERVENANTS

### Yacine AYD

Ingénieur en Mécatronique  
Automobile, Automotive  
Technical Engineer chez Bentley  
Motors.

### Nassim RIZOUG

Référent scientifique sur les  
sujets liés à l'Hydrogène,  
Enseignant Chercheur HDR à  
l'ESTACA- Pole Systèmes et  
énergies embarquées pour le  
transport –S2ET .

## PROGRAMME

### Introduction

- Historique des technologies utilisées dans automobiles

### Contexte des véhicules électrifiés

- Contexte politique
- Enjeux énergétiques et économiques

### Fonctionnement du véhicule

- Architecture des véhicules
- Description et fonctionnement des composants du système de traction
- Procédé chimique de la pile à combustible
- Stockage embarqué de l'hydrogène

### Ravitaillement du véhicule

- Production d'hydrogène
- Quel changement pour le consommateur ?

### Bilan énergétique

- Quelle place pour cette technologie ?
- Comparaison des véhicule Essence/Diesel/Hybride/BEV/Hydrogène

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentation PowerPoint, illustration et schématisation.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Un quizz de niveau sera effectué en début de stage pour analyser les points forts, et les points à travailler de chaque participant. Un test de contrôle des compétences sera effectué en fin de stage.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2



# PRODUCTION ET VIABILITÉ DE L'HYDROGÈNE DANS LES TRANSPORTS

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent approfondir leurs connaissances sur la production d'hydrogène. Il est nécessaire d'avoir suivi la formation « Véhicule électrique à hydrogène ».

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire connaît les enjeux économiques et énergétiques liés à la production d'hydrogène ainsi que les procédés de production et de transport de l'hydrogène. Le stagiaire sera en mesure de connaître et d'appréhender :

- Les contextes et enjeux du véhicule électrique à hydrogène,
- Les procédés de fabrication de l'hydrogène,
- Le transport et stockage de l'hydrogène,
- Les coûts et bilans énergétiques de la production.

## DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

## LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

## INTERVENANTS

### Yacine AYD

Ingénieur en Mécatronique  
Automobile, Automotive  
Technical Engineer chez Bentley  
Motors.

### Nassim RIZOUG

Référent scientifique sur les  
sujets liés à l'Hydrogène,  
Enseignant Chercheur HDR à  
l'ESTACA- Pole Systèmes et  
énergies embarquées pour le  
transport –S2ET.

## PROGRAMME

### Introduction

- Historique des technologies utilisées dans automobiles

### Contexte des véhicules électrifiés

- Contexte politique
- Enjeux énergétiques et économiques

### Description de l'hydrogène

- Propriétés chimiques
- Caractéristiques
- Procédé chimique de la pile à combustible

### Production et transport de l'hydrogène

- Procédés de production (Electrolyse/Reformage/Photosynthèse)
- Les différentes formes de stockages (gazeux/liquides/solides)
- Distribution de l'hydrogène
- Stockage embarqué de l'hydrogène
- Dangerosité

### Coût et bilan énergétique

- Quelle place pour cette technologie ?
- Bilan énergétique du puis à la roue
- Coût et viabilité de cette technologie dans l'automobile
- Comparaison énergétique Essence/Diesel/Hybride/BEV/Hydrogène

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentation PowerPoint, illustration et schématisation.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Un quizz de niveau sera effectué en début de stage pour analyser les points forts, et les points à travailler de chaque participant. Un test de contrôle des compétences sera effectué en fin de stage.





FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2



# PILES À COMBUSTIBLE POUR LE TRANSPORT : TECHNOLOGIE, DIMENSIONNEMENT

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances sur la pile à combustible appliquée aux transports. Les notions abordées permettront ensuite d'approfondir le sujet, afin de dimensionner/intégrer ou contrôler des systèmes pile à combustible, ou simplement de comprendre les enjeux/challenges face aux autres technologies de powertrain (BEV, hybride...).

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation le stagiaire connaîtra les leviers principaux pour le dimensionnement d'un système pile à combustible, et aura des ordres de grandeur de rendement, densité de puissance, durée de vie. En plus de connaître les composants de la pile, il aura également une vision du système pile à combustible (composants principaux et gestion : Démarrage, arrêt, chauffe, appel de puissance...). Enfin, nous verrons des exemples concrets présents sur le marché.

## DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

## LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

## INTERVENANTS

### Gauthier QUENEY

Expert Powertrain chez Faurecia Clean Mobility. Formation de motoriste (énergétique), première expérience en dimensionnement/contrôle des systèmes de dépollution des moteurs Diesel. Puis transition vers le Zéro Emission avec le dimensionnement/hybridation de piles à combustibles pour le transport routier, et la gestion des piles dans le but d'améliorer leur durabilité.

### Nassim RIZOUG

Référent scientifique sur les sujets liés à l'Hydrogène, Enseignant Chercheur HDR à l'ESTACA- Pole Systèmes et énergies embarquées pour le transport –S2ET.

## PROGRAMME

### Contexte

- Objectifs CO2 mondiaux pour les transports (voitures particulières, véhicules commerciaux)
- Powertrain mix
- Production / Stockage / Distribution d'hydrogène

### Technologies PAC et principe de fonctionnement

- Oxydation / Réduction / Potentiels électrochimiques
- Courbe de polarisation
- Comparaison des technologies PAC : combustible, plage d'utilisation (puissance, température), rendement

### La PEMFC

- Composants / Cellule
- Stack
- Enjeux et perspectives d'évolutions
- Exemples : Toyota Mirai Gen1 et Gen2, Hyundai Nexa

### Le système PAC

- Boucle anodique (Hydrogène), recirculation, purges
- Boucle cathodique (Air), suralimentation, humidification externe/interne
- Boucle de refroidissement
- Circuit électrique et conversion de puissance

### Dimensionnement et hybridation des PAC pour une application de transport (exemple camion heavy-duty)

- Architectures hybrides / Relation PAC et Batterie / Modes de fonctionnement
- Contraintes performances / rendement / durabilité
- Densité de puissance / énergie

## OBJECTIFS À ATTEINDRE

La formation a pour but de mettre en évidence les bénéfices/contraintes liées à l'utilisation de piles à combustible dans le transport routier. Le Powertrain constitué d'un système pile à combustible, d'une batterie, de convertisseurs et d'un moteur électrique devra respecter les requis de performances, durabilité et rendement imposés par le cahier des charges du véhicule.

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Animation autour d'une présentation. Traitement d'exemples.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2



# PILES À COMBUSTIBLE POUR LE TRANSPORT : INTÉGRATION, GESTION

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leurs connaissances sur la pile à combustible appliquée aux transports. Les notions abordées permettront ensuite d'approfondir le sujet, afin de dimensionner/intégrer ou contrôler des systèmes pile à combustible, ou simplement de comprendre les enjeux/challenges face aux autres technologies de powertrain (BEV, hybride...).

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation le stagiaire connaîtra les leviers principaux pour le dimensionnement d'un système pile à combustible, et aura des ordres de grandeur de rendement, densité de puissance, durée de vie. En plus de connaître les composants de la pile, il aura également une vision du système pile à combustible (composants principaux et gestion : Démarrage, arrêt, chauffe, appel de puissance...). Enfin, nous verrons des exemples concrets présents sur le marché.

## DURÉE DE LA FORMATION

1 jour (7 heures)

## LIEU

En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

## INTERVENANTS

### Gauthier QUENEY

Expert Powertrain chez Faurecia Clean Mobility. Formation de motoriste (énergétique), première expérience en dimensionnement/contrôle des systèmes de dépollution des moteurs Diesel. Puis transition vers le Zéro Emission avec le dimensionnement/hybridation de piles à combustibles pour le transport routier, et la gestion des piles dans le but d'améliorer leur durabilité.

### Nassim RIZOUG

Référent scientifique sur les sujets liés à l'Hydrogène, Enseignant Chercheur HDR à l'ESTACA- Pole Systèmes et énergies embarquées pour le transport –S2ET.

## PROGRAMME

### Contraintes d'intégration de la pile à combustible dans le véhicule

- Intégration dans le circuit de refroidissement du véhicule (boucles haute/moyenne/basse température, aérotherme, refroidisseur d'air de suralimentation)
- Intégration dans la chaîne de traction électrique (convertisseurs)
- Exemples : Toyota Mirai Gen1 et Gen2, Hyundai Nexo

### Gestion thermique / hygrométrie et électrique de la PAC – Conditions opératoires

- Stoechiométrie, Humidité relative / Dew point, Pression et Température
- Démarrage/arrêt/ralenti
- Opération normale
- Fortes puissances / intérêt de l'hybridation
- Durabilité
- Exemples : Toyota Mirai Gen1 et Gen2, Hyundai Nexo, Camion Heavy-Duty

### Gestion de la sécurité H2

- Aspect réglementaire / Risque
- Capteurs H2 : caractéristiques / emplacement
- Bornes de recharge

### Durée de vie / entretien / recyclage

- Durabilité : gestion au niveau composant, au niveau contrôle
- Entretien et recyclage

## OBJECTIFS À ATTEINDRE

La formation a pour but de mettre en évidence les bénéfices/contraintes liées à l'utilisation de piles à combustible dans le transport routier. Le Powertrain constitué d'un système pile à combustible, d'une batterie, de convertisseurs et d'un moteur électrique devra respecter les requis de performances, durabilité et rendement imposés par le cahier des charges du véhicule.

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Animation autour d'une présentation. Traitement d'exemples.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Une évaluation de validation des acquis avec retour du formateur sera réalisée à la fin de la session.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

NEW



## CURSUS ELECTROTECHNIQUE

**Public et pré-requis :** Cette formation s'adresse aux techniciens, mais plus généralement, à toute personne souhaitant acquérir des bases en électricité et en électronique et qui souhaite évoluer dans le domaine de la mobilité.

**Objectifs pédagogiques :** A l'issue de la formation, le stagiaire sera en mesure de maîtriser les bases de l'électricité, notamment de reconnaître les différents composants électriques et électroniques de base équipant les véhicules. Il connaîtra leurs rôles et leurs interactions. Il sera capable d'effectuer des mesures à l'aide des équipements dédiés, d'établir un diagnostic en vue de dimensionner le système.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
15 jours (105 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

**INTERVENANTS**  
**Yacine AYD**  
Ingénieur en Mécatronique  
Automobile, Automotive  
Technical Engineer chez Bentley  
Motors.

### PROGRAMME

#### Bases de l'électricité niveau 1 (3 jours)

- Généralité
  - La matière
  - Le sens du courant
  - L'intensité
  - La tension
  - La résistance
  - Les actions du courant électrique
- Les lois électriques
- Les appareils de mesures
- Les composants de base du véhicule
  - La batterie
  - Les fusibles
  - Le relais
  - Le démarreur
  - L'alternateur
- Les contrôles électriques
  - Les faisceaux électriques
  - Mesure du courant de repos
- Recherche et lecture de schéma électrique

#### Bases de l'électricité niveau 2 (3 jours)

- Rappel généralité
- Les capteurs
  - Fonctionnement (magnétique/inductif/effet hall...)
  - Contrôle des capteurs
- Les composants électroniques
- Les caractéristiques des signaux sinusoïdaux
- Les actionneurs
- Introduction au multiplexage

#### Les composants électroniques/électriques d'un véhicule (2 jours)

- Architecture des composants dans le véhicule
- Fonctionnement
  - Des machines synchrones/asynchrones
  - Convertisseurs DC/DC
  - Inverter
  - OBC
  - Batterie Lithium
  - Alternateur
  - Alternodémarreur

#### Dimensionnement des composants (3 jours)

- Rappel généralités électriques
- Installation électrique domestique et tertiaire
  - Rappel de la législation
  - Les niveaux d'habilitations
  - Fonctionnement des installations
- Dimensionnement d'une ligne électrique
- Dimensionnement d'un fusible
- Modélisation des composants
- Dimensionnement des composants

#### Diagnostic Electrique (2 jours)

- Utilisation client
  - Utilisation quotidienne du véhicule
  - Limite de fonctionnement
- Collecte des symptômes et interprétation
- Hypothèses
- Outil de diagnostic
  - Multimètre
  - Oscilloscope
- Méthode de diagnostic
  - Principe cause/conséquence
  - Les 6 étapes du diagnostic
- Résultat

#### Multiplexage (2 jours)

- Rappel : fonctionnement des réseaux multiplexés
- Les architectures du multiplexage et les différents réseaux (CAN/LIN/Flexray)
- Le CAN
  - Les caractéristiques du CAN H/S
  - Le CAN High speed
  - Le CAN Low speed
  - Comprendre et visualiser les bus de données
- Le LIN
  - Les caractéristiques du LIN
- Types de défauts possibles sur le CAN
- Contrôle et mesure du CAN

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentation PowerPoint, illustration et schématisation, TP sur maquette, TP sur véhicule, exercices sur feuille.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Un quizz de niveau sera effectué en début de stage pour analyser les points forts, et les points à travailler de chaque participant. Un test de contrôle des compétences sera effectué en fin de stage.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

NEW



## MATÉRIAUX CRITIQUES POUR LES TRANSPORTS

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous les employés amenés à traiter, de près ou de loin, des questions stratégiques relatives aux métaux et autres matériaux sensibles en termes de disponibilité sur les marchés et/ou d'impact environnemental. Elle se destine donc à la fois à des profils ingénieurs, managers ou commerciaux. Un background scientifique est préférable mais pas indispensable, les bases physiques étant reposées lorsque nécessaire.

**Objectifs pédagogiques :** À l'issue de la formation, le stagiaire connaît les principaux enjeux autour des principaux métaux et autres matériaux critiques. Il a ensuite pu parcourir l'état de l'art des études et projets sur le sujet, et s'exercer avec les différents ordres de grandeur et chiffres clés. Enfin, de par les études de cas et moments d'échange, il repart avec des clés d'analyse sur l'actualité et les réglementations.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
1 jour (7 heures)

**LIEU**  
En présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Loïc BONIFACIO**  
Anciennement analyste marketing chez un équipementier automobile, spécialisé sur les enjeux d'énergie-climat, l'hydrogène et les ACV (Analyses du Cycle de Vie). Membre des collectifs Pour un Réveil Écologique et Aéro Décarbo, en charge d'éléments d'analyse et de vulgarisation, principalement sur les transports, l'énergie et questions stratégiques.

### PROGRAMME

#### Introduction

- Tour de table & présentation
- Contexte scientifique
  - Émissions de CO2 & changement climatique
  - Accord de Paris & autres COP
  - Rapports du GIEC
- Contexte industriel
  - Annonces Commission Européenne
  - Questions de neutralité carbone
  - Demandes clients
  - Crises récentes
  - Grandes questions stratégiques

#### État de l'art

- Criticité géologique
- Questions géopolitiques
- Bilans environnementaux
- Implications économiques

#### Études de cas

- Impact sur les chaînes d'approvisionnement (échelle micro)
  - Dans les transports
  - Dans l'énergie
- Impacts globaux sur l'économie (échelle macro)
  - Questions structurelles
  - Impacts et risques de propagation des différentes crises
- Leviers d'adaptation et d'atténuation
  - En termes d'outils et méthodes
  - En termes de marchés et de fournisseurs

#### Clôture

- Discussion des actualités
- Insights sur les réglementations à venir
- Évaluation
- Conclusions & debrief
- Pour aller plus loin

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentation PowerPoint, Vidéos, Études de cas, Exercices et Quiz.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Des évaluations de validation des acquis avec retour du formateur sont réalisées au fur et à mesure et à la fin de la session, sous la forme de QCM en ligne.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

NEW



# ANALYSES PROSPECTIVES & ENJEUX DE L'APPROVISIONNEMENT ÉNERGÉTIQUE POUR LES TRANSPORTS

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent comprendre le monde de l'énergie et de façon générale ses implications avec l'ensemble des transports, la société et son économie. Elle se destine à la fois à des profils ingénieurs, managers ou commerciaux. Un background scientifique est préférable mais pas indispensable, les bases chimiques et physiques étant reposées lorsque nécessaire.

**Objectifs pédagogiques :** À l'issue de la formation, le stagiaire détient, sur base de démonstrations, exemples et extrapolations, des clés de lecture sur l'approvisionnement en énergie des transports. Il connaît également les principales limites, solutions et enseignements qu'il est possible de ressortir de la littérature actuelle et de celle qui se construit. Enfin, il possède des pistes d'analyse quant au caractère prospectif du sujet.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
1 jour (7 heures)

**LIEU**  
Présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

## INTERVENANTS

**Loïc BONIFACIO**  
Anciennement analyste marketing chez un équipementier automobile, spécialisé sur les enjeux d'énergie-climat, la géopolitique de l'hydrogène et son marché pour les transports. Membre des collectifs engagés Pour un Réveil Écologique et Aéro Décarbo, en charge d'éléments de vulgarisation et d'analyse, notamment sur l'hydrogène.

## PROGRAMME

### Introduction

- Prenons un exemple emblématique
  - Biocarburants dans l'aérien : ok, sujet facile
  - ZEROe, avion hydrogène et écosystème industriel : problème résolu ?
  - Production d'hydrogène, d'énergie au sens large et grands scénarios : éléments de base
  - Pré-étude et ordres de grandeurs

- Maintenant, extrapolons
  - Transports et énergie : une relation intense et complexe
  - Le reste de l'économie, l'ensemble de la société... rien n'y échappe

### Des limites en tout genre

- Lois de la physique
  - Rendements thermodynamiques
  - Notion d'entropie
- Entre physique et économie
  - EROI : Energy Return On Investment
  - Densité de ressources et innovation technologique
  - Atteintes de limites, flux physiques et cours des marchés

- Industrie et temporalité
  - TRL : Technology Readiness Level
  - Compétences et temps de formation
  - Durées de vie et vitesses de déploiement industrielles

### Des solutions pourtant bien connues

- Transfert modal
  - Intensité énergétique selon les modes de transports
  - Analyse des critères concurrentiels actuels
- Optimisation
  - Dimensionnement véhicule
  - Taux de remplissage
- Sobriété
  - Priorisation des usages
  - Arbitrages sur des ressources partagées

### Synthèse & enseignements

- Politiques & considérations actuelles
  - Questions de durabilité du modèle en cours
  - Lois physique et capacités industrielles : limites dures
  - Critères concurrentiels et constructions économiques : limites molles
- Perspectives d'évolutions
  - « Le poisson qui bouge... »
  - Différents discours
  - Études passées, en cours et à venir sur le sujet
- Conclusions

## MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentation PowerPoint, Vidéos, Études de cas, Exercices et Quiz.

## SUIVI ET ÉVALUATION

Des évaluations de validation des acquis avec retour du formateur sont réalisées au fur et à mesure et à la fin de la session, sous la forme de QCM en ligne.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

NEW



## ANALYSE DE CYCLE DE VIE ET ÉCONOMIE CIRCULAIRE

**Objectifs pédagogiques :** À l'issue de la formation, le stagiaire a conscience de la finalité de l'ACV, de sa puissance et de son champ d'utilisation actuel dans le secteur automobile. Il a connaissance de son intérêt futur à un niveau réglementaire européen. Il connaît de très nombreux ordres de grandeur d'impact différenciés par motorisation et segmentation véhicule. Il est capable d'exprimer un regard critique sur tout document relatif à l'impact environnemental d'un véhicule routier. Il a conscience du cadre politique, économique et sociétal nécessaire à l'émergence de l'Économie circulaire. Il est capable d'exprimer des éléments clairs d'objectivation ayant menés aux choix du véhicule électrique à batterie en Europe. Il connaît l'état de l'art de la batterie, de ses chimies, de ses acteurs mondiaux, du recyclage et des défis à venir sur ce sujet.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
Présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Louis-Pierre GEFFRAY**  
Formé aux enjeux énergie-climat, anciennement indépendant travaillant sur les questions d'analyse de cycle de vie spécifique à la mobilité routière. À présent expert mobilité au sein de la Plateforme Mobilité en Transition de l'IDDRI Institut du Développement Durable et des Relations Internationales.

**Jean-Philippe HERMINE**  
Ancien Directeur de la Stratégie Environnement du Groupe Renault. Anime au sein de l'IDDRI une plateforme multi acteurs sur l'électrification et la décarbonation de la mobilité, avec le soutien de la Fondation européenne pour le climat (ECF).

### PUBLIC ET PRÉREQUIS

La formation s'adresse à tous ceux qui souhaitent développer leur expertise sur le champ de l'ACV, aborder les détails méthodologiques, connaître les ordres de grandeur spécifique à l'automobile et approfondir leurs connaissances sur la compréhension et l'évolution contemporaine du secteur en lien avec le défi colossal de la décarbonation.

Elle se destine à la fois à des profils ingénieurs, managers ou commerciaux. Un background scientifique est préférable mais pas indispensable, les bases physiques étant rappelées ou explicitées si nécessaire.

### PROGRAMME

#### Une nouvelle donne réglementaire au sein de l'Union Européenne : Le Green Deal

- CAFE
- Euro7
- AFIR
- ETS & ETS2
- Règlement batterie
- MACF
- REDII
- Règlement VHU
- ETD

#### Un outil d'aide à la prise de décision en voie d'harmonisation

- L'ACV un outil déjà commun chez les constructeurs – Rapport Climat Renault
- GHG Protocol
- Norme ISO

#### Présentation de l'outil ACV

- Décomposition de l'outil sur les phases de vie produit
- Indicateurs environnementaux couverts
- Empreinte carbone et scope
- Sources de données : primaires et génériques (Base Gabi)
- Les bonnes questions à se poser à la lecture d'un rapport ACV

#### Étude de cas : Groupe Renault

- Indicateurs environnementaux du Groupe
- Objectivation des choix technologiques
- Définition d'un prix interne du carbone
- Cohérence de la démarche auprès des parties prenantes – SBTi
- Ordres de grandeurs d'impact : Renault Zoé, Twizy, Clio V Tce

#### Mise en perspective des évolutions du secteur automobile

- Refactory – Flins
- Démarche d'Éco-conception et cadre nécessaire à son implémentation
- Exercice pratique : composition matière caisse véhicule
- Rétrofit
- Allongement de la durée de vie véhicule
- Dissociation de la création de valeur de la transformation de matière

#### Arrêt sur image : le choix de la batterie de traction

- Composition matière d'une cellule et architecture
- Chimies de cathode et performance comparées
- Acteurs actuels et futurs de la production de batterie
- Impacts à la fabrication, durée de vie et recyclabilité
- Projets industriels sur la filière recyclage

#### Enjeux matières et recyclage : Économie circulaire

- Projet Generate, focus : cuivre, cobalt, lithium, terres rares, nickel
- Composition matière véhicule
- État de l'art de la filière recyclage
- Le défi technico-économique sous-jacent pour une filière plus performante

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentation PowerPoint, Vidéos, retours d'expériences, études de cas et calculs simples.



FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

NEW



## BILAN CARBONE DANS LES TRANSPORTS (VERSION 1 JOUR)

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous les employés amenés à traiter, de près ou de loin, des ACV (ou bilans carbone, si le focus n'est porté que les émissions de gaz à effet de serre). Elle se destine donc à la fois à des profils ingénieurs, managers ou commerciaux, même si ces premiers seront a priori les plus concernés. Un background scientifique est préférable mais pas indispensable, les bases chimiques et physiques étant reposées lorsque nécessaire.

**Objectifs pédagogiques :** À l'issue de la formation, le stagiaire possède les notions clés relatives aux ACV, tout en ayant pu observer quelques exemples concrets et mettre rapidement en application. Le contexte scientifique, industriel et politique lui a également été rappelé, lui permettant d'avoir une synthèse des éléments importants.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
1 jour (7 heures)

**LIEU**  
Présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Loïc BONIFACIO**  
Anciennement analyste marketing chez un équipementier automobile, spécialisé sur les enjeux d'énergie-climat, l'hydrogène et les ACV (Analyses du Cycle de Vie). Membre des collectifs engagés Pour un Réveil Écologique et Aéro Décarbo, en charge d'éléments de vulgarisation et d'analyse, principalement sur les transports, l'énergie et les bilans carbone.

### PROGRAMME - VERSION CONDENSÉE

#### Introduction

- Tour de table & présentation
- Contexte scientifique
  - Émissions de CO2 & changement climatique
  - Accord de Paris & autres COP
  - Rapports du GIEC
- Contexte industriel
  - Annonces Commission Européenne
  - Questions de neutralité carbone
  - Demandes clients

#### Analyses du Cycle de Vie

- Méthodologie
  - Construction & lecture d'une ACV
  - Principales notions & définitions
- Cas d'applications simples

#### Cas d'étude : rapport de l'ADEME

- Présentation de l'étude
  - Comparaison des bilans – Véhicules thermiques, électriques & hydrogène
  - Principales sensibilités
  - Quelques limites
- Calculs dérivés & personnalisation du modèle
  - Modification des dimensionnements selon le CDC
  - Mise en application
- Extrapolation
  - Au-delà de l'automobile
  - Au-delà de la France

#### Clôture

- Ouverture sur les autres impacts environnementaux
  - Rappel des principaux effets hors-CO2
  - Différents impacts environnementaux, autres que le changement climatique
  - Questions de méthodologie pour gérer les différents indicateurs
- Évaluation
- Conclusions & debrief
- Pour aller plus loin

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentation PowerPoint, Vidéos, Études de cas, Exercices et Quiz.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Des évaluations de validation des acquis avec retour du formateur sont réalisées au fur et à mesure et à la fin de la session, sous la forme de QCM en ligne.





FONDAMENTAUX  
NIVEAU 1  
NIVEAU 2

NEW



## BILAN CARBONE DANS LES TRANSPORTS (VERSION 2 JOURS)

**Public et pré-requis :** La formation s'adresse à tous les employés amenés à traiter, de près ou de loin, des ACV (ou bilans carbone, si le focus n'est porté que les émissions de gaz à effet de serre). Elle se destine donc à la fois à des profils ingénieurs, managers ou commerciaux, même si ces premiers seront a priori les plus concernés. Un background scientifique est préférable mais pas indispensable, les bases chimiques et physiques étant reposées lorsque nécessaire.

**Objectifs pédagogiques :** À l'issue de la formation, le stagiaire possède les notions clés relatives aux ACV, tout en ayant pu observer quelques exemples concrets et mettre en application. Le contexte scientifique et politique lui a également été rappelé, lui permettant d'avoir une synthèse des éléments importants. Par rapport à la version d'une journée, ce module développe les mises en application, le contexte autour des enjeux, ainsi que les différents types de besoins, et modèles pour y répondre.

**DURÉE DE LA FORMATION**  
2 jours (14 heures)

**LIEU**  
Présentiel à  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
(78) ou en distanciel

### INTERVENANTS

**Loïc BONIFACIO**  
Anciennement analyste marketing chez un équipementier automobile, spécialisé sur les enjeux d'énergie-climat, l'hydrogène et les ACV (Analyses du Cycle de Vie). Membre des collectifs engagés Pour un Réveil Écologique et Aéro Décarbo, en charge d'éléments de vulgarisation et d'analyse, principalement sur les transports, l'énergie et les bilans carbone.

### PROGRAMME - VERSION COMPLÈTE

#### JOUR 1 / 2

##### Introduction

- Tour de table & présentation
- Contexte scientifique
  - Émissions de CO<sub>2</sub> & changement climatique
  - Accord de Paris & autres COP
  - Rapports du GIEC
  - Focus sur le 1er volet : Constat scientifique
  - Focus sur le 3ème volet : Principaux leviers
- Contexte industriel
  - Annonces Commission Européenne
  - Questions de neutralité carbone
  - Demandes clients

##### Analyses du Cycle de Vie

- Méthodologie
  - Construction & lecture d'une ACV
  - Principales notions & définitions
- Cas d'applications simples

##### Cas d'étude : rapport de l'ADEME (partie 1)

- Présentation de l'étude
  - Comparaison des bilans – Véhicules thermiques, électriques & hydrogène
  - Principales sensibilités
  - Quelques limites
  - Exercice de restitution : présentation des résultats

#### JOUR 2 / 2

##### Différents types d'analyses

- ACV de constructeurs
  - Exemple de Renault
  - Exemple de Polestar
- ACV de composants
- ACV / Bilan d'extraction - raffinage de matières premières
  - Différents métaux
  - Fibre de carbone

##### Cas d'étude : rapport de l'ADEME (partie 2)

- Calculs dérivés & personnalisation du modèle
  - Modification des dimensionnements selon le CDC
  - Mise en application
  - Exercice de restitution : présentation de la méthode pour répondre à différents CDC
- Extrapolation
  - Au-delà de l'automobile
  - Au-delà de la France

##### Différents besoins et modèles pour y répondre

- Principales demandes pouvant s'effectuer
  - Venant de l'écosystème industriel
  - Venant de la réglementation
  - Venant d'organismes ou cabinets réalisant une ACV
- Différents besoins et modèles associés
  - Quels indicateurs suivre
    - Différents périmètres possibles
  - Exploitation publique ou non des résultats
  - Quelques exemples de modèles simplifiés
  - Principales références & bases de données pour des bilans complets

##### Clôture

- Ouverture sur les autres impacts environnementaux
- Rappel des principaux effets hors-CO<sub>2</sub>
- Différents impacts environnementaux, autres que le changement climatique
- Questions de méthodologie pour gérer les différents indicateurs
- Évaluation
- Conclusions & debrief
- Pour aller plus loin

### MOYENS PÉDAGOGIQUES

Présentation PowerPoint, Vidéos, Études de cas, Exercices et Quiz.

### SUIVI ET ÉVALUATION

Des évaluations de validation des acquis avec retour du formateur sont réalisées au fur et à mesure et à la fin de la session, sous la forme de QCM en ligne.

# CONDITIONS GÉNÉRALES DE VENTES SESSIONS INTERENTREPRISES

## 1 - OBJET ET CHAMP D'APPLICATION

Les présentes Conditions Générales de Vente (CGV) ont pour objet de définir les conditions générales de participation aux sessions de formation interentreprises organisées par ESTACA.

Toute inscription par le Client vaut commande réputée acceptée par ce dernier à compter de la réception de la confirmation d'inscription émise par ESTACA et implique son adhésion pleine et entière aux présentes CGV qui prévalent sur tout autre document du Client, notamment sur ses conditions générales d'achat.

## 2 - MODALITÉS D'INSCRIPTION ET DE COMMANDE

Toute inscription à une session de formation se fera dans un délai de 4 semaines avant la date de début de la session.

L'inscription pourra se faire sous format électronique, par fax, téléphone ou courrier. ESTACA se réserve la possibilité d'accepter des inscriptions plus tardives. Le nombre de participants par session est limité.

## 3 - CONFIRMATION D'INSCRIPTION - CONVOCATION DES PARTICIPANTS

L'inscription définitive ne sera prise en compte qu'après réception par le centre organisateur d'un bulletin d'inscription sous format électronique, fax ou courrier dûment rempli. Aucun bulletin d'inscription incomplet ne pourra être pris en compte.

En l'absence de réception du bulletin d'inscription 3 semaines avant le début de la session, ESTACA se réserve expressément le droit de disposer librement des places retenues par le Client après en avoir informé celui-ci.

Une convention de formation régissant les termes d'exécution sera adressée au plus tard 3 semaines avant le début de la formation au Responsable Formation de l'entreprise signataire.

Une convocation nominative destinée au Participant sera envoyée au plus tard une semaine avant le début de la session et fournira l'ensemble des renseignements pratiques relatifs à la session (horaires, moyens d'accès, ...) et aux particularités éventuelles.

## 4 - PRIX - FACTURATION ET RÈGLEMENT

**PRIX :** Les frais d'inscription recouvrent les prestations pédagogiques (enseignement, travaux pratiques, utilisation de simulateurs et autres outils informatiques, documentation remise, fournitures nécessaires) ainsi que les frais de pause et de repas du midi. Ils ne comprennent pas les frais de transport et d'hébergement éventuels.

Les prix indiqués sur le bon de commande sont en Euro hors taxes, à majorer de la TVA au taux en vigueur et de tous autres éventuels impôts et/ou taxes retenus à la source. Toute session commencée est due en entier.

**FACTURATION :** La facture est adressée en fin de formation au Client, en double exemplaire si précisé sur le bulletin d'inscription.

**RÈGLEMENT :** Le paiement se fera à réception de la facture par chèque à l'ordre ESTACA – 12, avenue Paul Delouvrier 78180 Montigny-le-Bretonneux ou par virement bancaire.

Concernant les contrats de formation (financement personne physique à ses frais) uniquement.

A compter de la date de la signature du contrat de formation, le Client dispose d'un délai de 10 jours pour se rétracter. Il en informe l'ESTACA par lettre recommandée avec accusé de réception (L 6353- 5 du code du travail).

Dans ce cas aucune somme ne pourra être exigée du Client. A l'expiration du délai, il ne peut être payé une somme supérieure à 30 % du prix (se reporter au contrat de formation pour le montant précis). Le solde donne lieu à un échelonnement des paiements au fur et à mesure du déroulement de l'action de formation, comme stipulé au contrat de formation.

**PÉNALITÉS DE RETARD :** Les sommes non payées à l'échéance indiquée sur la facture donneront lieu au paiement par le Client de pénalités de retard fixées à trois (3) fois le taux d'intérêt légal. Ces pénalités sont exigibles de plein droit et jusqu'au paiement complet.

## 5 - RÈGLEMENT PAR UN OPCO

Si le Client souhaite que le règlement soit émis par l'OPCO dont il dépend, il lui appartient :

- avant le début de la session, de faire une demande de prise en charge, de s'assurer de son acceptation et de l'indiquer explicitement sur le bulletin d'inscription,
- de s'assurer de la bonne fin du paiement par l'organisme désigné.

ESTACA s'engage à fournir au Client les documents nécessaires pour faire sa demande auprès de l'OPCO.

Si l'OPCO ne prend en charge que partiellement le coût de la formation, le reliquat sera facturé au Client.

La prise en charge de l'OPCO avant le 1er jour de la session conditionne l'inscription définitive et l'accès à la formation.

En cas de non-paiement par l'OPCO, pour quelque motif que ce soit, le client sera redevable de l'intégralité du coût de la formation et sera facturé du montant correspondant.

À l'issue de la session, ESTACA adresse à l'OPCO une facture accompagnée d'une copie de l'attestation de présence signée par le Participant.

## 6 - CONDITIONS D'ANNULATION ET DE REPORT - SUBSTITUTION

Par le client : Tout cas d'annulation par le Client doit être communiqué par écrit à ESTACA.

Pour toute annulation, fût-ce en cas de force majeure, moins de quatorze (14) jours calendaires avant le début de la session, 50 % du coût du stage sera définitivement facturé par ESTACA au Client, sauf en cas de remplacement par un participant du même établissement, confirmé par l'envoi d'un nouveau bulletin d'inscription. Pour toute inscription annulée moins de sept (7) jours calendaires avant le début de la session, ou non annulée (notamment absentéisme ou abandon), 100 % du coût du stage sera définitivement facturé par ESTACA au Client. En cas de départ imprévu dûment justifié par le Client, le Participant pourra être admis à participer à une session ultérieure après accord préalable d'ESTACA.

Par ESTACA : ESTACA se réserve le droit d'annuler ou de reporter une session, notamment en cas de nombre insuffisant de participants afin d'assurer de bonnes conditions pédagogiques. Le Client est informé au plus tard 2 semaines avant la date de session commandée.

Les règlements reçus seront intégralement remboursés. Aucune indemnité ne sera versée au Client à raison d'un report ou d'une annulation du fait ESTACA.

## 7- INFORMATIQUE ET LIBERTÉS

Les informations à caractère personnel qui sont communiquées par le client à ESTACA pour l'exécution de la session pourront être communiquées aux partenaires contractuels d'ESTACA pour les besoins de ladite Prestation. Conformément aux dispositions de la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, le Client peut à tout moment exercer son droit d'accès, d'opposition et de rectification dans le fichier ESTACA.

Conformément aux obligations du RGPD, les données personnelles que vous nous communiquerez ne seront utilisées que dans le cadre des relations commerciales entre vous et le service Formation Continue de l'ESTACA.

Les données ne seront pas utilisées à des fins sortant du cadre du service demandé et suivant les conditions générales d'utilisation des données personnelles (voir site : [www.estaca.fr](http://www.estaca.fr)).



**CONTACTS :**

**Sylvain ZLIZI**, Responsable formation continue - +33 1 76 52 11 56 - +33 6 42 59 95 43 - sylvain.zlizi@estaca.fr

**Florence LELOIR**, Inscriptions, organisation, administratif - +33 1 76 52 11 39 - florence.leloir@estaca.fr

**ESTACA Paris-Saclay**

12 avenue Paul Delouvrier - RD 10  
78180 Montigny-le-Bretonneux  
Tél. : 01 75 64 50 41

**ESTACA Laval**

Parc Universitaire Laval-Changé  
Rue Georges Charpak - BP 76121  
53061 Laval Cedex 9  
Tél. : 02 43 59 47 00

**ESTACA Bordeaux**

Esplanade des Arts et métiers  
33405 Talence

[www.formation-continue.estaca.fr](http://www.formation-continue.estaca.fr) / [www.estaca.fr](http://www.estaca.fr)

