



**MINES**  
**Saint-Étienne**

Une école de l'IMT

# programme de formation

**icm**

ingénieur civil des mines

challenge yourself / design the future



**INSPIRING  
INNOVATION**

SINCE 1816

# Programme “à la carte”, votre formation adaptée à votre projet professionnel.

## **Tous les modules du tronc commun sont à réaliser.**

Vous pourrez ensuite construire votre parcours en choisissant :

› **8 modules d'ouverture**

---

› **1 “toolbox” de 80h**

---

› **4 “toolboxes” de 40h**

---

› **2 majeures**

---

› **1 défi**

---

Les possibilités de parcours sont donc très nombreuses mais certaines associations seront évidemment privilégiées et validées avec votre accompagnateur pédagogique.



## Le tronc commun

Les bases de ce qu'un ingénieur doit savoir. Il permet aux élèves d'acquérir un socle fondamental de connaissances qui les prépare à gérer au mieux la complexité et l'interdisciplinarité.

---

Mathématiques 100h

---

Physique 100h

---

Informatique 100h

---

Sciences humaines, économiques  
et de gestion 100h

---

Management et performance 80h

---

Langues vivantes 180h

---



# Les modules d'ouverture

<b>Liberal Arts (O1)</b>	<b>21h</b>	<b>Découverte de l'interculturel (O4)</b>	<b>21h</b>
<b>Développement durable et responsabilité sociétale des entreprises (O2)</b>	<b>40h</b>	<b>Workshop compétences (O5)</b>	<b>2x 21h</b>
<b>Secteurs d'activité (O3)</b>	<b>2x 21h</b>	<b>Métiers (O6)</b>	<b>48h</b>
Banque et finance			
BTP/Construction			
Énergie			
Énergie nucléaire			
Environnement			
Santé			
Industries de process			
Informatique/Systèmes d'information			
Transport			
Logistique/Distribution			

# Les outils et méthodes de l'ingénieur «Toolbox».

## Les modules de 80h

---

### **Image and pattern recognition** (en anglais)

---

Mathematical geometry

---

Computational geometry

---

Applications

---

### **Process Design**

---

Transferts

---

Réacteurs

---

Réactivité des systèmes hétérogènes et modélisation pour le dimensionnement des réacteurs

---

Opérations unitaires

---

---

### **Nano-physique**

---

Mathématiques pour la mécanique quantique

---

Mécanique analytique et quantique

---

Physique moléculaire et spectrométrie

---

Physique statistique

---

Simulations atomistiques

---

---

**Recherche opérationnelle  
et aide à la décision**

---

Modélisation des problèmes  
de décision

---

Outils informatiques pour  
l'aide à la décision

---

Analyse multicritères

---

Études de cas

---

---

**Intelligence économique  
et gestion de l'innovation  
en partenariat avec l'IAE**

---

Économie et financement  
de l'innovation

---

Fouille de données

---

Démarche de l'intelligence  
économique

---

Stratégie et prospective

---

---

**Interopérabilité et ingénierie  
des systèmes informatiques**

---

Ingénierie logicielle

---

Architectures logicielles

---

Socle technique de  
développement logiciel

---

Interopérabilité des données  
et sémantique

---

Bonnes pratiques de  
développement logiciel

---

Application aux phénomènes  
de transport

---

---

**Modélisation et simulation  
numériques avancées**

---

De la modélisation à la  
simulation numérique

---

Méthodes de résolution des  
équations aux dérivées partielles

---

Application aux problèmes  
de mécanique des solides

---

Application aux phénomènes  
de transport

---

mes notes

---

---

---

# Les modules de 40h

---

## **Méthodes d'analyse de la matière**

---

Interactions rayonnement-matière

---

Analyses structurales

---

Analyses fonctionnelles

---

## **CAO virtualisation/ matérialisation**

---

Théorie des systèmes mécaniques

---

CAO

---

Atelier de prototypage

---

## **Mécanique et matériaux pour le BTP**

---

Résistance des matériaux

---

Béton et autres matériaux pour le BTP

---

Thermique pour le BTP

---

## **Modélisation physique et mécanique par éléments finis**

---

Thermique et thermomécanique

---

Calcul des structures

---

---

Modélisation biomécanique

---

TP éléments finis

---

## **Mécanique des fluides avancée**

---

Aspects théoriques

---

Applications à la mécanique des fluides

---

Applications aux milieux granulaires

---

## **Bases du calcul par éléments finis**

---

Introduction à la méthode des éléments finis

---

Mise en place d'un calcul par éléments finis

---

Utilisation d'un code de calcul éléments finis

---

## **Outils d'analyse de risques : méthodologie et modélisation de systèmes industriels**

---

Méthodologies d'analyse des risques

---

Étude des conséquences d'accidents industriels

---

---

## **Fiabilité et design**

---

Méthodes statistiques de la fiabilité

---

Risque et assurance

---

Fiabilité-design dans l'industrie microélectronique

---

## **International Management (en anglais)**

---

International communication

---

Intercultural management

---

International development

---

International strategy

---

## **Traitement d'images**

---

Introduction au traitement d'images

---

Modélisation et traitement d'images

---

## **Sciences économiques**

---

Économétrie

---

Relations commerciales internationales

---

Finance internationale

---



---

## **International finance (en anglais)**

---

Game theory

---

International finance

---

Conferences

---

## **Gestion des ressources humaines (GRH) responsable**

---

Management des hommes  
et des équipes

---

Management et jeu de go

---

Droit social

---

## **Conduite du changement**

---

Management motivationnel

---

Le changement  
vu par les sociologues

---

Audit social

---

## **Réseau**

---

De Ethernet à IP

---

Architecture de l'Internet

---

---

## **Calcul haute performance**

---

Algorithmique parallèle

---

Programmation parallèle

---

Programmation GPU

---

## **Paradigmes de résolution de problèmes discrets**

---

Paradigmes  
algorithmiques

---

Classification des  
problèmes (théorie  
de la complexité)

---

## **Applications intégrées**

---

Formats d'échange  
d'information

---

Utilisation avancée  
de tableurs

---

Langages pour l'échange  
d'informations entre  
applications

---

Études de cas

---

## **GRESIPOL (Gestion des ressources en eau et des sites et sols pollués)**

---

---

Gestion des ressources  
en eau

---

Gestion des sites et sols  
pollués

---

## **Méthodes expérimentales**

---

Plans d'expériences

---

Analyse statistique  
de données

---

Traitement du signal

---

## **Applications logicielles d'entreprise**

---

Développement d'une  
application web avec PHP/  
Symfony

---

Exposer, déployer et tester  
une application web

---

## **Statistiques industrielles**

---

Planification d'expériences

---

Tests d'hypothèses

---

Maîtrise statistique  
des procédés

---

Maîtrise statistique  
des procédés

---



# Les majeures

## **Environnement industriel et territorial**

### **Performance Environnementale et Energétique des Entreprises** 80h

Économie de l'environnement et Marché de permis à polluer

Réglementation et DAE

Meilleures techniques disponibles et éco-efficience

Efficacité énergétique en entreprise

Gestion des déchets et des effluents

### **Écologie Industrielle et Territoriale** 40h

Introduction à l'écologie industrielle et territoriale

Enjeu d'une gestion de flux mutualisée Apprendre à mutualiser des flux et comprendre les synergies entre acteurs

Outils pour l'Écologie Industrielle (MFA, Bénéfice environnemental...)

TD et cas d'application

### **Gestion de l'eau en milieu urbain** 40h

Cours Problématique de la ville et de son assainissement

Outil de simulation en hydrologie urbaine - infoworks

Cours + TD sur la thématique de l'eau potable

TD : Schéma directeur d'assainissement de la commune de Tarentaise

### **Gestion de production et logistique**

#### **Fundamentals of production and logistics engineering** 40h

Supply chains: design and operation (supply chain, reverse logistics)

Production management (demand forecast, production control, stock management, production scheduling)

### **Applications pour le pilotage de la production et de la chaîne** 40h

Gestion de la production assistée par ordinateur (GPAO) et ERP

Prise de décision et simulation dans un atelier de fabrication

### **Performance evaluation and production systems design** 40h

Layout design and production line configuration balancing

Dynamic systems modeling and production inventory queues

### **Méthodes et outils pour la réorganisation des processus et des systèmes d'information** 40h

---

Business Process  
Re-engineering

---

Transformation d'entreprise  
et valeur ajoutée du  
Système d'Information

---

Architecture et Urbanisme  
d'Entreprise : méthodologie  
de gestion du changement

---

## **Gestion et finance d'entreprise**

---

### **Techniques comptables et financières 60h**

---

Comptabilité générale  
(Impératif légal, règles et  
principes stricts, Normes  
françaises (PCG) et  
internationales (IFRS))

---

Comptabilité analytique  
(traitement des données  
comptables pour mieux  
comprendre/gérer les coûts)

---

Gestion financière (Analyse  
des résultats financiers,  
planification budgétaire)

---

### **Kalypso 30h**

---

Simulation de gestion :  
appro, production,  
marketing, finance

---

### **Ingénierie financière 40h**

---

---

Évaluation d'entreprise  
(Déterminer la valeur  
financière d'une entreprise,  
M&A, cession, introduction  
en bourse ...)

---

Financement de projet  
(Évaluation de la rentabilité  
du projet et ingénierie du  
financement)

---

### **Marchés et institutions financières 30h**

---

Bourse & marchés financiers,  
système bancaire  
(Fonctionnement et rôle dans  
la gestion d'entreprise)

---

## **Science des données**

---

### **Statistiques exploratoires et outils mathématiques 40h**

---

Généralités : question des  
données manquantes,  
détection d'outliers et  
méthodes robustes,  
statistiques descriptives

---

Visualisation et réduction  
de dimension : analyse en  
composantes principales,  
analyse discriminante  
descriptive

---

Cas des variables qualitatives.  
Analyse factorielle des  
correspondances

---

---

Statistiques des vecteurs  
gaussiens

---

Optimisation continue :  
méthodes classiques

---

### **Apprentissage statistique & machine learning 40h**

---

Généralités : compromis  
biais/variance, validation  
d'un modèle

---

Apprentissage non supervisé :  
règles d'association

---

Apprentissage supervisé  
pour l'approximation :  
méthodes linéaires  
(régressions), réseaux de  
neurones, arbres, etc

---

Apprentissage supervisé  
pour la classification :  
méthodes linéaires (analyse  
discriminante, régression  
logistique), méthode des  
plus proches voisins,  
machines à vecteur support  
(SVM)

---

### **Données temporelles et spatiales 40h**

---

Compléments  
De probabilités :  
conditionnement, processus  
gaussiens, mouvement  
brownien

---

Outils de diagnostic : corrélogramme, variogramme	Applications à l'optimisation (méthode EGO et ses équivalents multi-objectifs), l'inversion (technique SUR), le calcul de risque et l'analyse de sensibilité (décomposition de Sobol-Hoeffding)	<b>Sécurité, Trust, Privacy</b> <b>40h</b>
Séries temporelles : stationnarisation, modèles probabilistes endogènes, modèles avec prédicteurs exogènes, prévision.		De manière transverse aux modèles et technologies présentées dans les trois autres cours, présentation des modèles, algorithmes et techniques permettant d'assurer sécurité, confiance et protection des données personnelles
Cas de données financières, mouvement brownien géométrique.		
Éléments de géostatistique		
Cas des données spatio- temporelles. Layout design and production line configuration balancing		
<b>Exploitation mathématique de simulateurs numériques</b> <b>40h</b>	<b>Informatique</b> <b>Internet of things</b> <b>40h</b>	<b>UP Distributed computing and mobile computing</b> <b>25h</b>
Métamodèles usuels (processus gaussiens, polynômes de chaos, régression, réseaux de neurones)	Internet des objets et informatique ambiante (e.g. machine-to-machine, web of thing, pervasive computing). Technologies et plateformes : Arduino, Raspberry, Android, Zigby, etc	Server-side basic components ; objects life cycle ; Entreprise Java Beans ; Introduction to mobile applications development ; web technologies and web standards
Approximation fonctionnelle dans les RKHS	<b>Programmation web et Génie logiciel</b> <b>35h</b>	<b>UP Documents numériques</b> <b>(20h)</b>
Plan d'expériences numériques	Concepts fondamentaux du développement logiciel comme les tests unitaires (JUnit, mock objectifs), les outils de build (gradle), de gestion et de versioning de sources (git) ou d'intégration continue. Apprentissage des fondamentaux de la programmation web (Api REST, JSON, HTML, CSS) par la pratique.	représentation des données et représentation de textes ; format XML ; traitements de textes (commandes Unix) ; traitements de fichiers XML (XPath, XSLT)
Optimisation continue : méthodes globales		

<b>Ingénierie biomédicale</b>		
<b>Biologie cellulaire et anatomie/physiologie</b>	<b>40h</b>	
Bases de la biologie cellulaire		
Anatomie humaine (dont TP de dissection sur sujet humain)		
Physiologie (cytologie, pneumologie, biologie de la reproduction, gastroentérologie)		
<b>Biologie de synthèse et Bioinformatique</b>	<b>40h</b>	
Biologie de synthèse (principes fondamentaux et concours iGEM du MIT)		
Bioinformatique		
<b>Outils pour le diagnostic et analyse d'images médicales</b>	<b>40h</b>	
Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) et radiologie		
Médecine nucléaire		
Écho Doppler appliqué au système vasculaire		
Analyse d'images médicales		
<b>Thérapeutiques</b>	<b>40h</b>	
Radiothérapie		
Nanomédecine		
Nanotoxicologie		
<b>Procédés pour l'énergie</b>		
<b>Advanced thermodynamic</b>	<b>30h</b>	
Focus on fluid thermodynamics		
Focus on water thermodynamic		
<b>Heat Generation</b>	<b>30h</b>	
Combustion		
Fission		
Alternative sources (solar concentration, biomass combustion)		
<b>Polyphasic flowing and turbulence</b>	<b>30h</b>	
Polyphasic flowing		
Turbulence		
<b>Turbines and electricity generation</b>	<b>30h</b>	
Turbines		
Electricity generation		
<b>Process simulation</b>	<b>30h</b>	
<b>Matériaux</b>		
<b>Physique des matériaux</b>	<b>40h</b>	
Défauts cristallins		
Transformations de phases		
Structure et microstructure : techniques expérimentales (10h)		
<b>Propriétés mécaniques</b>	<b>40h</b>	
Relations microstructures - propriétés		
Rhéologie		
<b>Endommagement en service</b>	<b>40h</b>	
Physique de la rupture, fatigue et fluage		
Surfaces		
<b>Ingénierie des matériaux</b>	<b>40h</b>	
Métaux & alliages		
Les polymères		
Les matériaux Céramiques		

---

## Mécanique

---

### Mécanique des matériaux 40h

---

Description et mesures, introduction aux grandes déformations, mesures et objectivité

---

Comportements (fondements thermodynamique des comportements, élasticité, plasticité, visco, formulations hypo et hyper-élastiques)

---

Mécanique des fluides

---

### Mécanique des structures 40h

---

Approximations géométriques et cinématiques (poutres, plaques, coques)

---

Solutions approchées (Rayleigh-Ritz, Galerkin, éléments finis)

---

Instabilités géométriques

---

Allègement – Structures composites et sandwich

---

### Comportements équivalents 40h

---

Comportements anisotropes, micromécanique des matériaux hétérogènes

---

Changements d'échelle, approximations à champs moyens

---

Exemples applicatifs : mécanique des milieux fibreux

---

### Comportements limités et dimensionnants 40h

---

Dynamique des solides et des structures

---

Mécanique de la rupture et endommagement

---

## Electronique pour les systèmes cyber-physiques

---

### Electronique 64h

---

Physique des composants

---

Electronique numérique

---

Electronique analogique

---

### Systèmes de radiocommunication 24h

---

Électronique de communication ; protocoles radio ; réseaux cellulaires mobiles

---

### Systèmes embarqués & signaux 36h

---

Microcontrôleurs ; logiciels embarqués ; PSoC et environnement de programmation Creator ; applications pratiques

---

### Objets communicants 36h

---

Types de communications dans les systèmes ; protocoles de communications ; réalisation de systèmes communicants à partir de sous-systèmes ; optimisation de systèmes communicants

---

## mes notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# Les défis

---

## Transition énergétique

---

### Scénarios de transition énergétique et évaluation environnementale

10h en S8

---

### Efficacité énergétique

30h en S8

---

Usine du futur

---

Thermique des bâtiments

---

Analyse économique des projets d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables Gestion de la production assistée par ordinateur (GPAO) et ERP

---

### Produits pétroliers et nucléaires 40h en S8

---

Production, raffinage, consommation de produits pétroliers

---

Le combustible nucléaire

---

### Energies renouvelables 80h en S9

---

Hydroélectricité

---

Énergie solaire

---

---

Chaufferie bois

---

Eolien

---

Stockage et gestion du réseau électrique

---

## Transport et mobilité intelligents

---

### Organisation et Economie des Transports 40h en S8

---

Economie des Transports

---

Les différents modes de transports urbains et inter-urbains et leurs infrastructures

---

Sécurité et réglementation

---

### Architecture des véhicules 40h en S8

---

Conception des véhicules (éléments des structures et cellules, Place du design dans les véhicules)

---

Motorisation (Moteurs thermiques/transmissions, Moteurs électriques, Piles à combustible, accumulateurs/batteries)

---

Systèmes électroniques embarqués

---

---

## Transport Systems Management 40h en S9

---

Distribution and transportation (General introduction, Modelling and optimization, Recent issues with the emergence of new communication technologies)

---

2 seminars about modal or intermodal transportation

---

Visit of distribution facilities

---

TD : Development of a decision-making tool for the optimization of deliveries in urban areas

---

## Intelligent Transport Systems 40h en S9

---

ITS Architecture: issues and practice (Development of an Intelligent Transport System based on Vanet, Traffic simulators and GIS system)

---

Network and mobility

---

Traffic Models

---

ITS and Environment: Geographic Information System, Environmental Indicators

---



---

## **Leviers et management du renouvelé industriel**

---

### **Connaissance de l'entreprise 20h en S8**

Jeu d'entreprise :  
business classe

Conférences/débat/  
Témoignages

### **Excellence Opérationnelle 60h en S8**

Introduction & Basiques de  
l'Excellence Opérationnelle

Les outils de l'Excellence  
opérationnelle : faire un  
diagnostic (Flux, système de  
pilotage), Mettre en place un  
plan d'action (A3, Indicateurs  
de performance, Outils de  
résolution de problèmes, ...)

Les outils « de flux » : Mise en  
ligne, équilibrage, kanban,

Les outils « managériaux » :  
pilotage, rôle du manager,  
recadrage, motivation,  
feed-back, ...

---

---

## **L'entreprise et son territoire 30h en S9**

---

Intervention du CJD

Diagnostic stratégique  
« performance globale »  
d'une entreprise

Conférences/débat/  
Témoignages

### **Les nouveaux leviers de la performance 50h en S9**

Leviers sociétaux : Nouveaux  
modes de consommation,  
Management participatif,  
Diversité

Leviers technologiques :  
Processus d'innovation,  
Impression 3D, Objets  
communiquant

Leviers organisationnels :  
Système d'information  
(CIM), Mass customization,  
Servicisation (Produits/  
Process/service),  
Conception modulaire

---

## **Design, conception et innovation**

---

### **Cultures Design 40h en S8**

Design et Designers  
(Histoire du Design et  
pratiques du design, Aspects  
théoriques des projets design)

---

Design par les usages  
(Méthode de conception  
centrée sur l'analyse des  
interactions homme/  
produit/service)

Design bio-inspiré (Méthode  
de conception basée sur  
l'analyse des produits et  
processus naturels)

### **Valeurs ajoutées 40h en S8**

Design sensoriel et qualité  
perçue (Outils d'optimisation  
de la qualité perçue et du  
confort d'utilisation)

Design et eco-responsabilité  
(Enjeux, Outils et Méthodes)

### **Prototypages 40h en S9**

Prototypage physique  
(Matérialisation/Maquettage)

Prototypage numérique  
(Conception d'applications  
et d'interfaces  
homme-machine)

Prototypage de services  
(Méthodes d'innovations par  
l'expérimentation)

### **Déploiement industriel 40h en S9**

Sociologie de l'innovation  
(modèles d'adoption de  
l'innovation)

---

---

Conception d'offres intégrées produits/services (modèles économiques et industriels sous-jacents)

---

## **Eco-conception**

---

### **Conception eco-responsable 40h en S8**

Analyse de Cycle de vie

Valorisation matière

### **Conception de structures légères 40h en S8**

L'allègement des structures : enjeux et défis

Comment alléger les structures en optimisant les matériaux et les interfaces

### **Conception en environnement agressif 40h en S9**

Enjeux et défis des secteurs pétroliers et nucléaires (durée de vie des centrales nucléaires)

Comment estimer la durabilité en environnement sévère et peu accessible.

Recyclabilité des matériaux

### **Conception (Fonctionnalisation) des surfaces 40h en S9**

---

Enjeux et défis.

---

Comment concevoir les surfaces pour créer de la valeur dans le cadre de l'allègement et de la durabilité des structures.

---

## **Big data**

---

### **Systèmes d'information pour le Big Data 40h en S8**

Conduite de projet

Cloud et Grid Computing pour le Big Data

Systèmes de fichiers distribués

Aspects juridiques et respect de la vie privée

Etude de cas en fil rouge

### **Organisation des données 40h en S8**

Modèles de données

Performance et optimisation des bases de données

Bases de données distribués

Bases NoSQL

Data warehouse

### **Fouille de données 40h en S9**

Processus général

---

---

Fouille de texte

---

Fouille des graphes et des réseaux sociaux

---

Technique de fouille incrémentale

---

Fouille de données spatiales.

---

Fouille de données de gros volume

---

Analyse des sentiments

---

### **Méthodes mathématiques pour la grande dimension 40h en S9**

Réseaux bayésiens.

---

Régression et optimisation en grande dimension

---

Méthode pour les larges "data set"

---

Exemples d'applications industrielles

---

## **Santé et médecine personnalisées**

---

### **Implants personnalisés 40h en S8**

Ingénierie tissulaire (Introduction to tissue engineering, Bioceramics and bone tissue engineering)

---

Implants personnalisés (Polymers, Metallic alloys)

---

---

**Diagnostic personnalisé et prédiction** 40h en S8

---

Prédiction des interventions chirurgicales, exemple de la chirurgie vasculaire (Biomechanics, Vascular mechanics)

Modélisation de l'état de santé d'un patient (Process mining pour le parcours santé, Outils de modélisation pour l'état de santé : chaînes de Markov, SMA, réseaux de Petri)

---

**Innovation en santé** 40h en S9

---

Innovation et gestion de projet dans l'industrie pharmaceutique

Entreprises de santé innovantes

Législation et système de santé

---

**Parcours patient et territoires de santé numérique** 40h en S9

---

Pilotage du parcours personnalisé du patient

Evaluation des performances des systèmes de soins

Logistique et supply-chain hospitalière, soins à domicile

---

---

**Nanotechnologies**

---

**enjeux sociétaux et économique des nanomatériaux** 40h en S8

---

Histoire et politique de science des nanotechnologies / approche réglementaire et sociétal

Toxicologie / écotoxicologie / fin de vie / recyclage des nanomatériaux

Approche économique du marché des nanomatériaux

---

**Observer et caractériser l'échelle nanométrique** 40h en S8

---

Ondes et Matière

Spectrométrie

---

**Physique des nanotechnologies** 40h en S9

---

Physique du solide

Outils de description physique

---

**Elaboration des nanomatériaux et applications** 40h en S9

---

Procédés technologiques (Procédés de fabrication en microélectronique classique : Lithographie et nano-lithographie, Nano-objets et électronique imprimées)

Nano-composites

Applications en photovoltaïque

Applications en nanofluidique

---

---

**Intelligence artificielle**

---

*création au printemps 2019 ; programme à finaliser*

---

## mes notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## MINES Saint-Étienne

Campus Saint-Étienne  
158 cours Fauriel - CS 62362  
42023 Saint-Étienne cedex 2  
Tél. : +334 77 42 01 23

Campus Georges Charpak Provence  
880, route de Mimet  
13541 Gardanne - France  
Tél. : +334 42 61 66 00

[www.mines-stetienne.fr](http://www.mines-stetienne.fr)

 MinesSaintEtienne  
 @MINES\_StEtienne  
 +Mines-stetienne  
 mines\_stetienne

  
Institut Mines-Télécom

