



Guide pédagogique

Module « Analyse et maîtrise des risques »

RISK_9.4 (3 crédits ECTS) – Semestre 9

Place du module et enjeux

Le module « analyse et maîtrise des risques » a pour objectif de fournir aux étudiant·e·s les outils pour identifier, évaluer et hiérarchiser les risques d'un système donné. A travers les différents cours, les étudiant·e·s vont apprendre les méthodes les plus récentes et les plus abouties pour la gestion des risques. Ce cours nécessite une maîtrise forte des phénomènes physiques et naturels pouvant engendrer des dangers. Il doit permettre d'obtenir les compétences permettant de réaliser les études de danger d'organisations.

Teaching guide and syllabus

Module "Risks assessment and management"

RISK_9.4 (3 ECTS credits) – Semester 9

Subject matter importance and associated issues

The purpose of the "Analysis and Risk Management" module is to provide students with the tools to identify, assess and prioritize the risks of a given system. Through the various courses, students will learn the latest and most advanced methods for risk management. This course requires a strong mastery of physical and natural phenomena that can cause dangers. It must make it possible to obtain the skills needed to carry out the danger studies of organizations.

ENSEIGNEMENTS ACADEMIQUES	Volume horaire	Détail des coefficients	Crédits
Analyse et maîtrise des risques	52 h		3
○ Méthode d'analyse et d'évaluation des risques	24	1	
○ Maîtrise des risques et sûreté de fonctionnement	21	2	
○ Transport de matières dangereuses et réglementation	7	1	

Méthode d'analyse et d'évaluation des risques

Code : RISK_9.4.1									
Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
24	24	16	7			1		1	
Résumé		Le cours présente les méthodes d'analyse et d'évaluation des risques							
Responsable		Florian Tena-Chollet							
Equipe enseignante		Jérôme Tixier Jean-Michel Delage Jérôme Hocquet							
Mots-clés		Méthode - analyse - risques majeurs - HAZOP - SIL - sécurité fonctionnelle - matrice de risque - QRA - critères d'acceptabilité du risque.							
Prérequis		Phénoménologie des accidents, techniques de modélisation des principaux phénomènes industriels majeurs, lecture de P&ID.							
Contexte et objectif général :									
<p>Les méthodes d'analyse et d'évaluation sont des outils essentiels au processus de gestion des risques afin d'identifier, d'évaluer et de hiérarchiser les scénarios d'accident relatif à un système notamment industriel. Cet enseignement a pour but de comprendre le mode de fonctionnement des méthodes d'analyse et d'évaluation des risques et leurs apports dans le processus de gestion des risques.</p>									
Programme et contenu :									
<p>Le cours portant sur les méthodes d'analyses de risques développe les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction (types d'approche, données d'entrée, moteurs de traitements et catégories de résultats) • Présentation des méthodes classiques (APR, AMDEC, What if, HAZOP, Arbres de défaillances, arbres des causes, arbres d'évènement, MOSAR). Pour chaque méthode, le cours précise le contexte d'utilisation, le champ d'application, la démarche globale, les étapes de réalisation, les limites et avantages, les aspects qualitatifs et/ou quantitatifs, des cas d'application. • Réalisation d'une étude de cas par groupe (travail personnel). • Un premier focus est ensuite fait sur les revues HAZOP et SIL par rapport au contexte de l'entreprise et en regard des autres techniques d'analyse de risque dans l'industrie du procédé. La méthodologie (selon IEC 61882 et IEC 61511) et les conditions de la bonne application de cette méthodologie sont présentées et soutenues par des exemples issus de cas réels. Un exercice d'application est réalisé sur des documents types fournis en classe. Les étudiants ont l'occasion d'expérimenter en situation les compétences comportementales attendues de participants à ces revues. • Enfin un deuxième focus est fait sur la méthode dite QRA : analyse de fréquence d'occurrence, arbre d'évènements quantifiés, sommation du risque. Les critères d'évaluation du risque sont précisés : risque individuel vs sociétal, LSIR, IRPA, PLL, F-N Curve, risk-based design (exceedance curve). 									
Méthode et organisation pédagogique :									
<p>Les cours se décomposent en deux parties principales, une théorique et l'autre pratique. Il s'agit de cours magistraux et de TD d'application en sous-groupes (ou en individuel). Les corrigés sont collectifs en classe. Utilisation d'un logiciel de saisie spécialisé pour la réalisation des revues SIL et HAZOP.</p>									
Acquis d'apprentissage visés :									
<ul style="list-style-type: none"> • Être capable de sélectionner un type de méthode d'analyse de risque en fonction de la situation étudiée • Comprendre les principaux mécanismes des méthodes d'analyse de risques • Savoir mettre en œuvre une méthode d'analyse de risques, en particulier les revues SIL et HAZOP • Être capable d'identifier les principales limitations des résultats obtenues grâce à l'application d'une méthode d'analyse de risques et prendre conscience de l'importance des compétences comportementales utiles à la réalisation de revue efficaces. • Appropriation de la mécanique du QRA, de la notion de sommation du risque et du risk based design. 									
Evaluation :									
L'évaluation est réalisée au travers des études de cas.									
Retour sur l'évaluation fait à l'élève :									
Correction orale et débriefing après les exercices.									
Support pédagogique et références :									
<p>Les supports des cours ainsi que des articles de Technique de l'ingénieur. Documents d'ingénierie types utilisés pour les exercices pratiques. Utilisation du logiciel HAZOP Manager. Références normatives : ISO 31010, ISO 17776, IEC 61882, IEC 61511, ISO Guide 73</p>									

Maitrise des risques et sûreté de fonctionnement

Code : RISK_9.4.2									
Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
21	21	18	2			1		2	
Résumé	Les différents concepts de la sûreté de fonctionnement sont abordés. Les méthodes associées sont détaillées et illustrées à travers des exemples. Enfin les différentes méthodes sont critiquées pour leurs points positifs et leurs inconvénients.								
Responsable	Florian Tena-Chollet								
Equipe enseignante	Frédéric Martin Bruno Vautier								
Mots-clés	Maîtrise des risques, Sûreté de Fonctionnement, Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité, Sécurité, Défaillance								
Prérequis	Sans objet								
Contexte et objectif général : Présenter les objectifs de la maitrise des risques, les concepts et les méthodes de la Sûreté de Fonctionnement.									
Programme et contenu : <ul style="list-style-type: none"> • Sûreté de Fonctionnement (objectifs et concepts) • Analyse Fonctionnelle (Analyse Fonctionnelle Externe et Analyse Fonctionnelle Interne) • Diagramme de Fiabilité (élaboration des diagrammes et calculs associés) • Analyse des défaillances de type AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité) • Arbre de Défaillance (élaboration des arbres et calculs associés) • Conclusion (avantages et inconvénients de chaque méthode) 									
Méthode et organisation pédagogique : Pour chaque méthode présentée : <ul style="list-style-type: none"> • Présentation Théorique • Exemples et exercices • Etude de cas 									
Acquis d'apprentissage visés : Comprendre une étude de Sûreté de Fonctionnement Initialiser une étude de Sûreté de Fonctionnement									
Evaluation : <i>Examen d'une heure en fin de session (sans document autorisé, sans calculatrice et sans ordinateur).</i>									
Retour sur l'évaluation fait à l'élève : <i>Sur demande</i>									
Support pédagogique et références : <i>Présentation théorique, exemples et exercices : Diapositives PowerPoint</i> <i>Etude de cas : Document Word</i>									

Transport de matières dangereuses et réglementation

Code : RISK_9.4.3									
Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
7	7	5	1			1		1	
Résumé		Le cours présente la réglementation européenne et son application sur le Transport de Matières Dangereuses.							
Responsable			Nicolas Kiefer						
Equipe enseignante			Nicolas Kiefer						
Mots-clés			ADR, BLEVE, citerne, colis, document de transport, placardage, ATEX regulations and zoning.						
Prérequis			Connaissances niveau bac en chimie (dilution, pH, point éclair, densité, pression de vapeur, réaction exothermique).						
Contexte et objectif général :									
<p>La réglementation européenne concernant le transport de matières dangereuses est l'ADR. Le cours vise à présenter aux étudiants la structure de cette réglementation qui est réputée complexe. Par ailleurs, les Directives Européennes 94/9/CE et 99/92/CE ont introduit pour les entreprises l'obligation d'assurer un meilleur niveau de protection des salariés vis-à-vis du risque explosion. Dans ce contexte, la France a transposé ces Directives par les décrets 2002-1553 et 2002-1554. Le cours vise ainsi à donner aux étudiants des outils pour appréhender le zonage ATEX. Il présente des guides méthodologiques développés par différents secteurs industriels (pétrole, chimie, gaz) et développe les notions de mode de protection électrique et mécanique pour les appareils certifiés ATEX.</p>									
Programme et contenu :									
<ul style="list-style-type: none"> Les 9 classes de matières dangereuses, les codes ONU, désignation officielle de transport et groupe d'emballage, le transport en colis, en vrac benne et en citerne, le marquage et étiquetage d'un colis, le placardage d'une citerne, les règles de signalisation orange, les limites de vitesse lors d'un transport sous ADR, le certificat de formation du chauffeur, les équipements obligatoires à détenir à bord d'un camion transportant des matières dangereuses, les rapports obligatoires à rédiger en cas d'accident Le conseiller à la sécurité TMD et ses actions. Exemples de procès-verbaux et d'amendes infligées à des entreprises/échange avec les élèves. Définition d'une zone ATEX (ATmosphère Explosive, hexagone de l'explosion), comment réaliser le zonage ATEX (zones gaz et zones poussières). Présentation de différents guides sectoriels pour aider au zonage (guide UFIP guide UIC, guide FIPEC) : exercice en groupe de zonage sur un cas simple de bac à toit flottant. Rédaction du Document Relatif à la Protection Contre les Explosions (DRPCE), les mesures de prévention et de protection vis-à-vis du risque d'explosion (prévention des étincelles, électrostatiques, mise à la terre, mode de protection électrique et mécanique du matériel, ventilation, lecture du marquage ATEX des matériels, conformité et adéquation du matériel à installer en zone, les différents modes de câblage des installations électriques). 									
Méthode et organisation pédagogique :									
<p>Les cours sont basés sur des cas concrets et des exercices en groupe sur des matières dangereuses à expédier. Des retours d'expérience du formateur sous forme de photos sont proposés aux étudiants. Les cours visent notamment la découverte de la réglementation et de ses subtilités (déchets dangereux, amiante, piles au lithium). Les cours contiennent aussi des vidéos, des exemples de zonages ATEX et de DRPCE.</p>									
Acquis d'apprentissage visés :									
<ul style="list-style-type: none"> Esprit d'analyse et de synthèse Capacité à comprendre l'organisation de cette réglementation Capacité à comprendre la problématique du transport et ses contraintes (temps, coût) 									
Evaluation :									
<p>Evaluation sous forme de QCM et d'étude de cas de transport de matière dangereuses en citerne ou en colis.</p>									
Retour sur l'évaluation fait à l'élève :									
<p>Correction du QCM</p>									
Support pédagogique et références :									
<p>Présentation Powerpoint. Le cours est basé sur des cas concrets et des exercices en groupe sur des zonages simples. Présentation des normes utiles pour réaliser un dimensionnement de zones. Support powerpoint remis aux étudiants.</p>									

Modalité d'évaluation

Le niveau d'acquisition des compétences sera évalué selon les exigences suivantes :

N° indicateur	Indicateur
1	Connaitre les savoirs formels et pratiques du socle des fondamentaux
2	Exploiter les savoirs théoriques et pratiques
3	Analyser, interpréter, modéliser, émettre des hypothèses, et résoudre

Répartition

Matière	Contrôle	Coefficients	Type de notation	Indicateurs évalués	Chapitres
9.4.1. Méthode d'analyse et d'évaluation des risques	Etude de cas	1	Groupe	3	Tous
9.4.2. Maitrise des risques et sûreté de fonctionnement	Devoir surveillé	2	Individuelle	2	Tous
9.4.3. Transport de matières dangereuses et réglementation	QCM	1	Individuelle	2	Tous

Engagement de l'étudiant, éthique et professionnalisme

La démarche éthique est définie dans le règlement intérieur de l'établissement. Chaque étudiant s'engage à en prendre connaissance et à la respecter.

Obligation des cours : La présence à chacun des cours est obligatoire.

Nombre d'heures estimées de travail personnel : pour acquérir les compétences demandées, il est nécessaire que l'étudiant consacre minimum 45 min de travail personnel de compréhension et d'approfondissement par séance de cours.

Pénalité pour retard

Sans objet

Équipe enseignante

<i>Nom</i>	Domaine d'expertise	Courriel/Téléphone
<i>Bruno Vautier</i>	Barrières de maîtrise des risques	Donné lors du cours
<i>Jérôme Tixier</i>	Vulnérabilité – Gestion de crise	Jerome.tixier@mines-ales.fr
<i>Jean-Michel Delage</i>	SIL et HAZOP	Donné lors du cours
<i>Jérôme Hoquet</i>	Analyse Quantitative des Risques	Donné lors du cours
<i>Frédéric Martin</i>	Sûreté de fonctionnement	Donné lors du cours
<i>Nicolas Kiefer</i>	TMD et risque ATEX	Donné lors du cours

English Version

ACADEMIC TEACHING	Teaching hours	Coefficients	Credits
Analysis and master of risks	52 h		3
○ Risks analysis and assessment methods	24	1	
○ Risk management and safety assessment	21	2	
○ Dangerous goods transportation and reglementation	7	1	

Risks analysis and assessment methods

Code : RISK_9.4.1									
Hours of presence	Total hours	Lectures	Workshop	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
24	24	16	7			1		1	
Summary		The course presents the methods of risk analysis and assessment.							
Head		<i>Florian Tena-Chollet</i>							
Teaching team		<i>Jérôme Tixier Jean-Michel Delage Jérôme Hocquet</i>							
Keywords		Method - analysis - major risks - HAZOP - SIL - functional safety - risk matrix - QRA - risk acceptability criteria.							
Prerequisites		Accident phenomenology, modelling techniques for the main major industrial phenomena, reading of P&ID.							
Context and general objectives: Analysis and evaluation methods are essential tools in the risk management process to identify, evaluate and prioritize accident scenarios in relation to a system, particularly an industrial system. The aim of this course is to understand how risk analysis and assessment methods work and how they contribute to the risk management process.									
Program and contents: The course on risk analysis methods develops the following elements: <ul style="list-style-type: none"> • Introduction (types of approach, input data, processing engines and result categories) • Presentation of classical methods (PRA, FMECA, What if, HAZOP, Fault trees, Cause trees, Event trees, MOSAR). For each method, the course specifies the context of use, the field of application, the global approach, the steps of realization, the limits and advantages, the qualitative and/or quantitative aspects, the application cases. • Realization of a case study by group (personal work). • A first focus is then made on the HAZOP and SIL reviews in relation to the company context and compared with other risk analysis techniques in the process industry. The methodology (according to IEC 61882 and IEC 61511) and the conditions for the correct application of this methodology are presented and supported by examples from real cases. An application exercise is carried out on sample documents provided in class. The students have the opportunity to experience in situation the behavioral skills expected from participants in these reviews. • Finally, a second focus is made on the QRA method: frequency of occurrence analysis, quantified event tree, risk summation. The risk assessment criteria are specified: individual versus societal risk, LSIR, IRPA, PLL, F-N Curve, risk-based design (exceedance curve). 									
Method and pedagogic organization: The courses are divided into two main parts, one theoretical and the other practical. They consist of lectures and practical work in sub-groups (or individually). The answers are given collectively in class. Use of specialized data entry software to produce SIL and HAZOP reviews.									
Targeted skills or knowledge: <ul style="list-style-type: none"> • Be able to select a type of risk analysis method according to the situation studied • Understand the main mechanisms of risk analysis methods • Know how to implement a risk analysis method, in particular SIL and HAZOP reviews • Be able to identify the main limitations of the results obtained through the application of a risk analysis method and be aware of the importance of behavioral skills useful for the realization of effective reviews. • Appropriation of the mechanics of QRA, the concept of risk summation and risk based design. 									
Evaluation: Evaluation is carried out through case studies.									
Feedback made to the student: Oral correction and debriefing after the exercises.									
Teaching materials and references: Course materials as well as articles from Techniques de l'ingénieur. Sample engineering documents used for the practical exercises. Use of the HAZOP Manager software. Normative references: ISO 31010, ISO 17776, IEC 61882, IEC 61511, ISO Guide 73.									

Risk management and safety assessment

Code : RISK_9.4.2									
Hours of presence	Total hours	Lectures	Workshop	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
21	21	18	2			1		2	
Summary	The different concepts of operational safety are discussed. The associated methods are detailed and illustrated with examples. Finally, the different methods are criticized for their positive points and their disadvantages.								
Head	<i>Florian Tena-Chollet</i>								
Teaching team	<i>Frédéric Martin</i> <i>Bruno Vautier</i>								
Keywords	Risk management, Dependability, Maintainability, Availability, Safety, Failure								
Prerequisites	Not applicable								
Context and general objectives: To present the objectives of risk control, the concepts and methods of Dependability.									
Program and contents: <ul style="list-style-type: none"> • Dependability (objectives and concepts) • Functional Analysis (External Functional Analysis and Internal Functional Analysis) • Reliability diagram (development of diagrams and associated calculations) • Failure analysis of the FMECA type (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis) • Fault tree (development of trees and associated calculations) • Conclusion (advantages and disadvantages of each method) 									
Method and pedagogic organization: For each method presented: <ul style="list-style-type: none"> • Theoretical presentation • Examples and exercises • Case studies 									
Targeted skills or knowledge: Understand a safety study Initiate a safety study									
Evaluation: One hour exam at the end of the session (no documents allowed, no calculator and no computer).									
Feedback made to the student: On request.									
Teaching materials and references: Theoretical presentation, examples and exercises: PowerPoint slides Case study : Word document.									

Dangerous goods transportation and reglementation

Code : RISK_9.4.3									
Hours of presence	Total hours	Lectures	Workshop	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
7	7	5	1			1		1	
Summary	The course presents the European regulation and its application on the Transport of Dangerous Goods.								
Head	<i>Nicolas Kiefer</i>								
Teaching team	<i>Nicolas Kiefer</i>								
Keywords	Risk analysis, BLEVE, tank, package, transport document, placarding, explosive atmosphere (ATEX) and in particular regulations and zoning.								
Prerequisites	Knowledge of chemistry (dilution, pH, flash point, density, vapour pressure, exothermic reaction).								
Context and general objectives:									
<p>The European regulation concerning the transport of dangerous goods is the ADR. The course aims to introduce students to the structure of this regulation which is considered complex. In addition, the European Directives 94/9/CE and 99/92/CE introduced for the companies the obligation to ensure a better level of protection of the employees with regard to the dangerous goods.</p> <p>protection of employees from the risk of explosion. In this context, France has transposed these Directives by the decrees 2002-1553 and 2002-1554. The course thus aims to give students the tools to apprehend the ATEX zoning. It presents methodological guides developed by different industrial sectors</p> <p>It presents methodological guides developed by different industrial sectors (oil, chemistry, gas) and develops the notions of electrical and mechanical protection mode for ATEX certified equipment.</p>									
Program and contents:									
<ul style="list-style-type: none"> The 9 classes of dangerous goods, the UN codes, official transport designation and packaging group, transport in packages, in bulk and in tanks, marking and labelling of a package, placarding of a tank, orange signalling rules, speed limits during transport under ADR, driver training certificate, mandatory equipment to be carried on board a truck transporting dangerous goods, mandatory reports to be drawn up in case of an accident. The TDG safety advisor and his actions. Examples of fines and penalties imposed on companies/exchange with students. Definition of an ATEX zone (Explosive Atmosphere, explosion hexagon), how to carry out ATEX zoning (gas and dust zones). Presentation of various sectoral guides to help with zoning (UFIP guide, UIC guide, FIPEC guide): group zoning exercise on a simple case of a floating roof tank. Drafting of the Explosion Protection Document (DRPCE), prevention and protection measures with regard to the risk of explosion (prevention of sparks, electrostatics, earthing, mode of electrical and mechanical protection of equipment, ventilation, reading of the ATEX marking of equipment, conformity and suitability of equipment to be installed in the zone, the different modes of wiring of electrical installations). 									
Method and pedagogic organization:									
<p>The courses are based on concrete cases and group exercises on hazardous materials to be shipped. Feedback from the trainer in the form of photos is provided to the students. The courses aim in particular to discover the regulations and their subtleties (hazardous waste, asbestos, lithium batteries).</p> <p>The courses also contain videos, examples of ATEX zoning and DRPCE.</p>									
Targeted skills or knowledge:									
<ul style="list-style-type: none"> Ability to analyse and summarise Ability to understand the organisation of this regulation Ability to understand the problem of transport and its constraints (time, cost) 									
Evaluation:									
Evaluation in the form of MCQs and case studies of transport of dangerous goods in tanks or packages.									
Feedback made to the student:									
Correction of the MCQs.									
Teaching materials and references:									
Powerpoint presentations. The course is based on concrete cases and group exercises on simple zoning. Presentation of the useful standards to carry out a dimensioning of zones. Powerpoint support given to students.									

Testing procedures

The student's level of knowledge acquisition will be evaluated according to the following points:

N° Indicator	Indicator
1	To know the formal and practical knowledge constituting the foundation of a given field
2	Exploit theoretical and practical knowledge
3	Analyze, interpret, model, hypothesize and solve problems

Grading scheme:

Class	Exam	Coefficients	Administration mode	Evaluated Indicators	Chapters
9.4.1. Risks analysis and assessment methods	Study case	1	Group	3	All
9.4.2. Risk management and safety assessment	Supervised exam	2	Individual	2	All
9.4.3. Dangerous goods transportation and reglementation	MCQ	1	Individual	2	All

Student commitments, ethics and professionalism

Expectations concerning ethics are defined in the establishment's code of conduct. Each student is expected to know and respect the code of conduct.

Course requirements:

Attendance at each course is mandatory.

Estimated hours of personal study:

In order to acquire the required learning level, the student is expected (must) to spend a minimum of 45min of personal study time per hour spent in class.

Late penalties

In the case of an absence at the defense of evaluation. The score 0 will be affected in the absence of valid proof.

Teaching team

<i>(Title) Name</i>	Field of expertise	Email/phone
<i>Bruno Vautier</i>	Risk control barriers	Given during the intervention
<i>Jérôme Tixier</i>	Vulnerability – Crisis management	Jerome.tixier@mines-ales.fr
<i>Jean-Michel Delage</i>	SIL / HAZOP	Given during the intervention
<i>Jérôme Hoquet</i>	Quantitative Risk Analysis	Given during the intervention
<i>Frédéric Martin</i>	Dependability and safety	Given during the intervention
<i>Nicolas Kiefer</i>	DGT and explosive atmosphere	Given during the intervention

Ce guide pédagogique entre en vigueur à compter du 01/06/2023.
Il est porté à la connaissance des élèves par une publication sur Campus.

Rédaction	Vérification	Validation
L'enseignant responsable du module : Florian Tena-Chollet 	Le responsable d'UE / de département : Miguel Lopez-Ferber	Le directeur de l'école, Pour le directeur et par délégation, Le directeur de la DFA / de la DE : Michel Ferlut