



Guide pédagogique

Module « Modélisation des phénomènes naturels dangereux »

Risques naturels

RISK_9.3 (4 crédits ECTS) – Semestre 9

Place du module et enjeux

Ce module constitue un bloc de connaissances fondamental pour l'ingénieur en risques. Il présente plusieurs risques naturels en détaillant plus particulièrement le risque inondation et les risques gravitaires. Ces phénomènes sont expliqués en détail avec présentation des causes et des conséquences ; ainsi que des méthodes de modélisation. D'autres risques naturels sont également présentés et notamment les risques incendies de forêt, sismique tsunami et minier.

Teaching guide and syllabus

Module "Physics of natural hazards"

Natural Hazards

RISK_9.3 (4 ECTS credits) – Semester 9

Subject matter importance and associated issues

This module constitutes a fundamental block of knowledge for the risk engineer. It presents several natural hazards, with a particular focus on floods and gravitational risks. These phenomena are explained in detail with a presentation of causes and consequences, as well as modelling methods. Other natural hazards are also presented, including forest fires, tsunami, seismic and mining risks.

ENSEIGNEMENTS ACADEMIQUES	Volume horaire	Détail des coefficients	Crédits
Modélisation des phénomènes naturels dangereux	46 h		4
○ Sécheresse et feux de forêts	8	1	
○ Inondation et tsunamis	26	1	
○ Eboulement et effondrement rocheux	12	1	

Sécheresse et feux de forêts

Code : RISK_9.3.1									
Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
8	8	7			1			1	
Résumé	Il s'agit de présenter le phénomène de sécheresses aux élèves ingénieurs en proposant des clés de compréhension tant sur le phénomène que sur sa criticité notamment au regard du changement climatique. Cet enseignement a aussi pour objectif de donner les éléments principaux sur les incendies de forêts aux élèves ingénieurs, que ce soit sur la physique du phénomène, la modélisation, la prévention et la gestion de crise. Une mise en application de ces connaissances est proposée au travers de la réalisation par les élèves d'un dossier de retour d'expérience.								
Responsable	Florian Tena-Chollet								
Equipe enseignante	Hadrien Di-Costanzo Jérôme Jallet								
Mots-clés	Sécheresse, incendies de forêts, prévention et prévision, gestion de crise, changement climatique, risque émergent								
Prérequis	/								
Contexte et objectif général :	<p>Le risque de sécheresse impacte de plus en plus de territoire tout particulièrement sous le climat méditerranéen où durant l'été la ressource en eau diminue alors que la demande augmente. L'objectif est donc de proposer aux étudiants un état des lieux de la question en s'appuyant fortement sur la description de la criticité de ce phénomène, ses spécificités et le lien avec le changement climatique.</p> <p>Ce contexte global évoqué, les concepts de base liés aux incendies de forêts sont abordés (généralités sur le phénomène physique, prévision des incendies de forêts et modélisation, prévention réglementaire, gestion de crise, exemple de retour d'expérience sur un incendie significatif).</p>								
Programme et contenu :	<p>L'intervention se déroule en 2 parties :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Une première partie dédiée à la présentation du phénomène de sécheresse, aux enjeux et à la gestion de crise associée, avec une étude de cas à réaliser. Des notions sur le changement climatique seront proposées pour illustrer la présentation de ce risque émergent. ○ Une deuxième partie sur les concepts de base liés aux incendies de forêts avec un travail de groupe (binômes) pour construire un dossier de retour d'expérience sur un évènement majeur. 								
Méthode et organisation pédagogique :	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cours magistral ○ Travail de groupe (binômes) 								
Acquis d'apprentissage visés :	Capacité à converser avec un spécialiste du domaine, et à appréhender les caractéristiques pour en comprendre les spécificités.								
Evaluation :	<i>Evaluation du Dossier de retour d'expérience sur un évènement majeur.</i>								
Retour sur l'évaluation fait à l'élève :	<i>Retours à l'oral sur le TD.</i>								
Support pédagogique et références :	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Un diaporama pour le cours</i> ○ <i>Des éléments pour construire le dossier de retour d'expérience</i> ○ <i>Données pour le TD</i> 								

Inondation et tsunamis

Code : RISK_9.3.2									
Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
26	25	20	3	2		1		1	
Résumé	Cet ensemble pédagogique permet de présenter les risques liés au hydrosystèmes, le risque sismique et le risque tsunami en apportant à l'ingénieur les connaissances sur ces phénomènes et leurs gestions sur différents territoires de l'échelle micro (bassin versant) à l'échelle macro (arc méditerranéen) en fonction du risque étudié. Plusieurs disciplines sont mobilisées, allant de l'hydrologie à la climatologie en passant par la prévision basée sur la modélisation des phénomènes impliqués.								
Responsable	Florian Tena-Chollet								
Equipe enseignante	Stéphane Roos Frédéric Rossel Audrey Gailler								
Mots-clés	Séisme, tsunami, sismicité, aléa sismique, aléa tsunami, systèmes d'alerte								
Prérequis	Connaissance de la tectonique des plaques et des types de faille								
Contexte et objectif général :	La France métropolitaine, les territoires ultramarins et les pays voisins méditerranéens sont sujets aux inondations, aux tremblements de terre, au risque sismique et au risque de tsunamis. Certains de ces phénomènes sont accentués par les effets du changement climatique (pluies intenses en particulier).								
Programme et contenu :	<p>Compréhension des mécanismes de pluies intenses, avec un focus sur le secteur méditerranéen. Approche technique de la prévision météo sur ces phénomènes. Problématiques opérationnelles liées aux impacts sur la société, à l'adaptation de l'information délivrée, à la cohérence météo-hydrologie, à la communication, à la dérive climatique.</p> <p>L'origine et les caractéristiques des séismes : propagation des ondes sismiques, sismicité de la France, zonage-sismique de la France, réseaux et centres de surveillance, phénomène tsunami et ses origines, l'aléa et le risque tsunami le long des côtes Françaises métropolitaines, les systèmes et centres d'alerte Français et le cadre international.</p> <p>Le cycle hydrologique est abordé sous l'angle des circulations atmosphériques et du climat, des précipitations, des bassins versants. Cela implique de comprendre les phénomènes d'infiltration, d'écoulements, de réponse hydrologique ainsi que de différents types de modélisation hydrologique (notamment la plateforme de modélisation ATHYS).</p>								
Méthode et organisation pédagogique :	Cours magistraux, questionnaires, utilisation d'outils en ligne, de TP pluridisciplinaires et de TD.								
Acquis d'apprentissage visés :	<p>L'objectif de ces cours groupés est d'apporter aux futurs ingénieurs les connaissances minimales :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pour appréhender l'information météorologique en prévision et en condition de crise ; • Pour comprendre la sismicité française, son origine, la terminologie de référence, l'aléa sismique ; le zonage sismique ; les réseaux et centres de surveillance en France ; • Pour connaître le phénomène de tsunami, de ses origines, la terminologie de référence, l'aléa et le risque tsunami ; les systèmes et centres d'alerte en France et en région Méditerranée. 								
Evaluation :	<i>Etude de cas à réaliser individuellement, chaque élève choisi un bassin versant et réalise une étude hydrologique en répondant aux différentes questions posées.</i>								
Retour sur l'évaluation fait à l'élève :	<i>A la demande dans le cas général. Retour à l'oral sur les TP en particulier.</i>								
Support pédagogique et références :	<i>Support de cours ; documents officiels et données de travail ; sites internet ; bibliographie.</i>								

Éboulement et effondrement rocheux

Code : RISK_9.3.3									
Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
12	12	10			1	1		1	
Résumé		Cet ensemble de cours s'inscrit dans le contexte des risques naturels et porte sur les phénomènes gravitaires. Il est développé dans le cadre de la géomécanique. Les éboulements rocheux constituent un risque très présent sur les territoires de montagnes, risque qu'il est difficile de caractériser. En outre, depuis l'abandon de l'activité minière, les risques miniers émergent sur de nombreux territoires. Il s'agit dans ce module de présenter ce type de risque émergent, et les principales méthodologies qui permettent de caractériser les aléas et les vulnérabilités associés.							
Responsable		Florian Tena-Chollet							
Equipe enseignante		Frédéric Berger Noémie Fayol							
Mots-clés		Eboulement rocheux, chute de blocs, PPR, forêt, risque, mines, NaTech, cavité, aléa, vulnérabilité, mouvements gravitaires, géomécaniques.							
Prérequis		Géomatique, Mécanique du solide, Mécanique des Milieux Continus, RDM, Trigonométrie, calcul intégral, géométrie vectorielle.							
Contexte et objectif général :		Les principaux objectifs de ce cours sont de développer le regard critique des étudiants sur les outils de simulations, de les sensibiliser à la prise en compte de l'action barrières de protection (naturelles ou anthropiques), de les former aux moyens de prévention et aux méthodes de protection.							
Programme et contenu :		Généralités sur les risques d'origine gravitaire ; Cas du milieu rocheux, mécanismes de rupture, trajectographie, ouvrages de protection ; Présentation du guide méthodologique PPR mouvement de terrain ; Regard critique sur les méthodologies actuelles sur les risques abordés ; Présentation d'une étude de benchmarking des logiciels de simulations trajectographiques ; Cas des glissements de terrains (types de glissements, méthodes de calcul, stratégies de protection) ; Éléments de caractérisation de l'action de la végétation forestière ; Présentation des résultats des expérimentations grandeurs nature de chutes de pierres ; Présentation d'un outil statistique de pré-zonage.							
Méthode et organisation pédagogique :		Cours magistral avec de nombreuses études de cas présentées aux étudiants et discutées. Exemples de calculs illustratifs.							
Acquis d'apprentissage visés :		Connaissance des ouvrages souterrains, des phénomènes redoutés en surface et en profondeur. Connaissances des termes aléa, risque et vulnérabilité et méthodologies d'évaluation de l'aléa et de la vulnérabilité des ouvrages. Savoir réaliser une étude d'aléa à l'aplomb d'une carrière souterraine. Modélisation d'un problème et utilisation d'outils analytiques simplifiés. Regard critique sur les outils et résultats de simulations trajectographiques, sur les MNT. Sensibilisation à la sylviculture.							
Evaluation :		<i>Etude de cas et contrôle écrit.</i>							
Retour sur l'évaluation fait à l'élève :		<i>Encadrement durant la réalisation de l'étude de cas. Copies annotées.</i>							
Support pédagogique et références :		<i>Documents pour les études de cas. Supports de cours.</i>							

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	Coefficient	Niveau d'acquisition
9.3.1. Sécheresse et feux de forêts	Etude de cas	1	3
9.3.2. Inondation et tsunamis	Etude de cas	1	2
9.3.3. Eboulement et effondrement rocheux	Etude de cas et contrôle écrit	1	3

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. Sauf information contraire actée par email du responsable d'option.*

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

Dans le cas d'une absence à la soutenance d'évaluation. La note 0 sera affectée en l'absence de justificatif valable.

Équipe enseignante

<i>Nom</i>	Domaine d'expertise	Courriel/Téléphone
<i>Jérôme Jallet</i>	Incendie de forêt, gestion de crise	Donné lors du cours
<i>Hadrien Di-Costanzo</i>	Géographie, sécheresse	Donné lors du cours
<i>Audrey Gailler</i>	Séisme, tsunami, gestion de crise	Donné lors du cours
<i>François Roos</i>	Météorologie, gestion de crise	Donné lors du cours
<i>Frédéric Rossel</i>	Hydrologie, inondation et crue éclair	Donné lors du cours
<i>Frédéric Berger</i>	Eboulement rocheux, modélisation	Donné lors du cours
<i>Noémie Fayol</i>	Risques miniers, génie civil, vulnérabilité	Donné lors du cours

English Version

ACADEMIC TEACHING	Teaching hours	Coefficients	Credits
Physics of natural hazards	46 h		4
○ Drought and wildland fire	8	1	
○ Flooding and tsunamis	26	1	
○ Rockfall and collapse	12	1	

Drought and wildland fire

Code : RISK_9.3.1									
Hours of presence	Total hours	Lectures	Workshop	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
8	8	7			1			1	
Summary		The aim is to present the phenomenon of droughts to engineering students by proposing keys to understanding both the phenomenon and its criticality, particularly about climate changes. This teaching also aims to give the main elements of forest fires to engineering students, whether it be on the physics of the phenomenon, modelling, prevention and crisis management. The application of this knowledge is proposed through the creation by the students of a feedback report.							
Head			Florian Tena-Chollet						
Teaching team			Hadrien Di-Costanzo Jérôme Jallet						
Keywords			Drought, forest fires, prevention and forecasting, crisis management, climate change, emerging risks						
Prerequisites			/						
Context and general objectives: The risk of drought impacts more and more territories, especially in the Mediterranean climate where, during the summer, water resources decrease while demand increases. The objective is therefore to propose to the students an overview of the issue, relying heavily on the description of the criticality of this phenomenon, its specificities and the link with climate change. Once this global context described, the basic concepts related to forest fires are addressed (generalities on the physical phenomenon, forest fire forecasting and modelling, regulatory prevention, crisis management, example of feedback on a significant fire).									
Program and contents: The intervention is divided into 2 parts: <ul style="list-style-type: none"> • A first part dedicated to the presentation of the drought phenomenon, the stakes and the associated crisis management, with a case study to be carried out. Notions on climate change will be proposed to illustrate the presentation of this emerging risk. • A second part on the basic concepts related to forest fires with group work (pairs) to build a feedback file on a major event. 									
Method and pedagogic organization: <ul style="list-style-type: none"> • Lecture course • Group work 									
Targeted skills or knowledge: Ability to converse with a specialist in the field, and to understand the characteristics in order to understand their specificities.									
Evaluation: <i>Feedback report</i>									
Feedback made to the student: <i>Educational guidance for the feedback report</i>									
Teaching materials and references: <ul style="list-style-type: none"> • <i>The courses in pdf/pptx formats</i> • <i>Elements to build the feedback report</i> • <i>Data for the TD</i> 									

Flooding and tsunamis

Code : RISK_9.3.2									
Hours of presence	Total hours	Lectures	Workshop	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
26	25	20	3	2		1		1	
Summary	This educational package presents the risks linked to hydrosystems, the seismic risk and the tsunami risk by providing the engineer with knowledge on these phenomena and their management on different territories from the micro scale (watershed) to the macro scale (Mediterranean arc) depending on the risk studied. Several disciplines are mobilized, ranging from hydrology to climatology, including forecasting based on the modelling of the phenomena involved.								
Head	Florian Tena-Chollet								
Teaching team	Stéphane Roos Frédéric Rossel Audrey Gailler								
Keywords	Earthquake, tsunami, seismicity, earthquake hazard, tsunami hazard, warning systems.								
Prerequisites	Plate tectonic – seismic waves								
Context and general objectives: Metropolitan France, the overseas territories and neighboring Mediterranean countries are subject to flooding, earthquakes, seismic risk and tsunami risk. Some of these phenomena are exacerbated by the effects of climate change (intense rainfall in particular).									
Program and contents: Understanding the mechanics of intense rainfall, with a focus on the Mediterranean sector. Technical approach of weather forecasting on these phenomena. Operational issues related to the impact on society, adaptation of the information delivered, meteorological-hydrological coherence, communication, climate drift. The origin and characteristics of earthquakes: propagation of seismic waves, seismicity of France, seismic zoning of France, monitoring networks and centres, tsunami phenomenon and its origins, tsunami hazard and risk along the French metropolitan coast, French warning systems and centres and the international framework. The hydrological cycle is approached from the point of view of atmospheric circulation and climate, precipitation and watersheds. This involves understanding the phenomena of infiltration, runoff, hydrological response and different types of hydrological modelling (in particular the ATHYS modelling platform).									
Method and pedagogic organization: Lectures, quizzes, use of online tools, multi-disciplinary practical exercises and tutorials.									
Targeted skills or knowledge: <ul style="list-style-type: none"> • To understand meteorological information in forecasting and in crisis conditions; • To understand French seismicity, its origins, the reference terminology, the seismic hazard; seismic zoning; monitoring networks and centers in France; • To understand the tsunami phenomenon, its origins, reference terminology, the tsunami hazard and risk; warning systems and centers in France and the Mediterranean region. 									
Evaluation: <i>Case study to be carried out individually, each student chooses an area and carries out a hydrological study by answering the various questions asked.</i>									
Feedback made to the student: <i>On request in the general case. Oral feedback on practical work in particular.</i>									
Teaching materials and references: <i>Course material; official documents and working data; websites; bibliography.</i>									

Rockfall and collapse

Code : RISK_9.3.3									
Hours of presence	Total hours	Lectures	Workshop	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
12	12	10			1	1		1	
Summary		This set of courses is in the context of natural hazards and focuses on gravity phenomena. It is developed within the framework of geomechanics. Rockfalls constitute a very present risk on the territories of mountains, risk which it is difficult to characterize. In addition, since the abandonment of mining activity, mining risks are emerging in many areas. The aim of this module is to present this type of emerging risk, and the main methodologies that allow the characterization of the associated hazards and vulnerabilities.							
Head			Florian Tena-Chollet						
Teaching team			Frédéric Berger Noémie Fayol						
Keywords			Rockfall, boulder fall, risk prevention plans, forest, risk, mines, NaTech, cavity, hazard, vulnerability, gravity movements, geomechanics.						
Prerequisites			Plate tectonic – seismic waves						
Context and general objectives: The main objectives of this course are to develop the students' critical view of the simulation tools, to make them aware of the protection barriers (natural or anthropic), and to train them in the means of prevention and protection methods.									
Programme and contents: General information on gravity hazards; The case of the rocky environment, rupture mechanisms, trajectography, protection works; Presentation of the methodological guide to earth movement risk prevention; Critical look at current methodologies on the risks addressed; Presentation of a benchmarking study of trajectographic simulation software; Case of landslides (types of landslides, calculation methods, protection strategies); Elements of characterizations of the action of forest vegetation; Presentation of the results of large-scale rockfall experiments; Presentation of a statistical tool for pre-zoning.									
Method and pedagogic organization: Lecture with many case studies presented to the students and discussed. Illustrative calculation examples.									
Targeted skills or knowledge: Knowledge of underground structures (feared phenomena on the surface and at depth). Knowledge of the terms hazard, risk and vulnerability and methodologies for assessing the hazard and vulnerability of structures. Know how to carry out a hazard study in the vicinity of an underground quarry. Modelling of a problem and use of simplified analytical tools. Critical look at the tools and results of trajectographic simulations and DTMs. Awareness of forestry.									
Evaluation: Case study and written test.									
Feedback made to the student: Supervision during the completion of the case study. Annotated copies.									
Teaching materials and references: Case study materials. Course materials.									

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	Analyse, interpret, model, hypothesize and solve problems

Grading scheme:

Academic teaching	Testing	Coefficient	Level
9.3.1. Drought and wildland fire	Study case	1	3
9.3.2. Flooding and tsunamis	Study case	1	2
9.3.3. Rockfall and collapse	Case study and written test	1	3

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. Unless otherwise informed by email from the option head.

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

Name	Field of expertise	Mail/Phone
<i>Nicolas Coste</i>	Forest fire, crisis management	Given during the course
<i>Hadrien Di-Costanzo</i>	Geography, drought,	Given during the course
<i>Audrey Gailler</i>	Earthquake, tsunami, crisis management	Given during the course
<i>François Roos</i>	Meteorology, crisis management	Given during the course
<i>Frédéric Rossel</i>	Hydrology, flood, flash flood	Given during the course
<i>Frédéric Berger</i>	Rockslide, modelling	Given during the course
<i>Noémie Fayol</i>	Mining risks civil engineering, vulnerability	Given during the course

Approbation

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