| INFRES_7_2_SR Architecture et Sécurité du Système d'information | INFRES | S7 |
|---|---|---|

## Pourquoi cette UE ?

Ce module permet à l'élève de maîtriser les bases de la cryptographie et la gestion des certificats, essentielles à la sécurisation des communications et des infrastructures. Il met un accent particulier sur la mise en œuvre de ces mécanismes dans un environnement cloud privé basé sur OpenStack. L'élève apprend à déployer, configurer et sécuriser une plateforme OpenStack, compétence stratégique pour la gestion d'infrastructures virtualisées, souveraines et évolutives, en réponse aux besoins actuels des organisations.

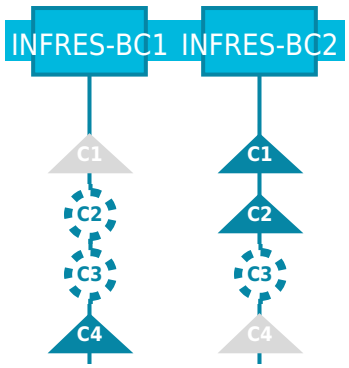
## Eléménts constitutifs de l'UE

| | coefficient |
|---|---|
| INFRES_7_2_SR-1 Cryptographie et preuve numérique | 2 |
| INFRES_7_2_SR-2 Applications de la cryptographie | 1 |
| INFRES_7_2_SR-3 Infrastructure: open stack | 2 |
| INFRES_7_2_SR-4 A supprimer !!! | 1 |

| Volume d'heures d'enseignement encadré | Volume d'heures de travail personnel | Nombre d'ECTS |
|---|---|---|
| 72 | 14 | 4 |

Alignement curriculaire

## Parmi les compétences visées par la formation, lesquelles sont développées dans cette UE ?




| INFRES_7_2_SR Architecture et Sécurité du Système d'information | INFRES |
|---|---|
| **INFRES_7_2_SR-1 Cryptographie et preuve numérique** | **S7** |

## Contexte et enjeux de l'enseignement

Dans un monde de plus en plus interconnecté, la protection des données, la confidentialité des échanges et l'intégrité des systèmes numériques sont devenues des enjeux cruciaux. La cryptographie constitue le socle technique garantissant ces propriétés, tant dans les communications que dans le stockage et les traitements décentralisés. L'élève ingénieur doit comprendre comment concevoir, analyser et mettre en œuvre des primitives cryptographiques sûres, mais aussi comment prouver mathématiquement leur sécurité. Cet enseignement prépare à appréhender des systèmes critiques tels que les paiements électroniques, les réseaux sécurisés, les blockchains et les identités numériques. Une attention particulière est portée à la rigueur des preuves, à la résistance aux attaques et à l'implémentation sûre dans des environnements contraints.

## Prise en compte des dimensions socio-environnementales

## Prérequis

Aucun

## Modalités d'enseignement et d'évaluation

| | Nb d'heures |
|---|---|
| Cours | 14 |
| Cours intégré (cours + TD) | |
| TD | |
| TP | 10 |
| Projets | |
| Travail en autonomie encadré | |
| Contrôles et soutenances | 1 |
| Travail personnel | 4 |

## Objectifs pédagogiques

(à la fin de cet enseignement, l'étudiant sera capable de ...)

- Expliquer les principes fondamentaux de la cryptographie moderne.
- Concevoir des protocoles cryptographiques simples et sûrs.
- Analyser la sécurité d'un système à l'aide de preuves formelles.
- Identifier les vulnérabilités cryptographiques courantes.
- Implémenter des primitives de manière correcte et résistante aux attaques.

## Activités

(CM, TD, TP, projet, sortie terrain, etc. )

Cours
TP de mise en place de certificats

## Évaluations et retours faits aux élèves

(évaluations qui comptent pour la note ou qui permettent à l'étudiant de se situer, corrigés, feedback personnalisé...)

QCM

| INFRES_7_2_SR Architecture et Sécurité du Système d'information | INFRES |
|---|---|
| **INFRES_7_2_SR-1 Cryptographie et preuve numérique** | **S7** |

## Plan de cours

- Fondements mathématiques : rappels sur les structures algébriques (groupes, anneaux, corps), complexité calculatoire, fonctions à sens unique, et hypothèses de sécurité.
- Primitives cryptographiques : chiffrement symétrique (AES, modes opératoires), chiffrement asymétrique (RSA, Diffie-Hellman, courbes elliptiques), fonctions de hachage, MAC, signatures numériques.
- Modèles et preuves de sécurité : définition de la sécurité (IND-CPA, IND-CCA, EUF-CMA…), modèles d'attaques, cadres formels pour prouver la robustesse des constructions cryptographiques.
- Protocoles cryptographiques : protocoles d'authentification, échanges de clés, canaux chiffrés, signatures aveugles, preuves à divulgation nulle de connaissance.
- Implémentation sécurisée et cas d'usage : bonnes pratiques de développement, contre-mesures aux attaques par canaux auxiliaires, étude de cas (TLS, chiffrement disque, messageries sécurisées, blockchain, etc.).

## Ressources et références

**Deprecated**: htmlspecialchars(): Passing null to parameter #1 ($string) of type string is deprecated in **C:\Developpement\syllabus\public_html\views\syllabus_template.php** on line **297**

| INFRES_7_2_SR Architecture et Sécurité du Système d'information | INFRES |
|---|---|
| **INFRES_7_2_SR-2 Applications de la cryptographie** | **S7** |

## Contexte et enjeux de l'enseignement

Dans un environnement numérique où la sécurité des communications, l'identité des équipements et la confiance dans les échanges sont essentielles, la gestion du cycle de vie des certificats constitue un pilier fondamental. De la génération à la révocation, en passant par le déploiement et le renouvellement, chaque étape doit être maîtrisée pour garantir la continuité des services et la sécurité des infrastructures. Cet enseignement prépare les élèves à concevoir et maintenir des systèmes de gestion de certificats robustes, adaptés aux exigences industrielles, réglementaires et techniques. Il aborde également les défis liés à l'automatisation, à l'intégration dans les systèmes distribués et aux politiques de sécurité.

## Prise en compte des dimensions socio-environnementales

## Prérequis

Cryptographie

## Modalités d'enseignement et d'évaluation

| | Nb d'heures |
|---|---|
| Cours | 7 |
| Cours intégré (cours + TD) | |
| TD | |
| TP | 4 |
| Projets | |
| Travail en autonomie encadré | |
| Contrôles et soutenances | |
| Travail personnel | 1 |

## Objectifs pédagogiques

(à la fin de cet enseignement, l'étudiant sera capable de ...)

- Expliquer le rôle et les principes des certificats numériques.
- Déployer une autorité de certification et ses composants associés.
- Gérer le cycle de vie complet des certificats dans un SI.
- Automatiser l'émission et le renouvellement de certificats.
- Identifier et résoudre les incidents liés aux certificats.

## Activités

(CM, TD, TP, projet, sortie terrain, etc. )

Cours
TP de déploiement et gestion de certificat sur un environnement Windows

## Évaluations et retours faits aux élèves

(évaluations qui comptent pour la note ou qui permettent à l'étudiant de se situer, corrigés, feedback personnalisé...)

QCM
TP évalué

| INFRES_7_2_SR Architecture et Sécurité du Système d'information | INFRES |
|---|---|
| **INFRES_7_2_SR-2 Applications de la cryptographie** | **S7** |

## Plan de cours

- Écosystème PKI et architecture d’une autorité de certification
- Modèles hiérarchiques et distribués
- Fonctionnement d’une CA racine et intermédiaire
- Infrastructure matérielle et logicielle associée
- Cycle de vie d’un certificat
- Génération de clés, demandes de certificats (CSR)
- Délivrance, publication, renouvellement et révocation
- Listes de révocation (CRL), OCSP, durée de vie et rotation
- Automatisation et intégration dans les systèmes d’information
- Protocoles ACME, SCEP, EST
- Intégration avec les serveurs web, systèmes internes, IoT
- Sécurité des processus automatisés
- Surveillance, gestion des incidents et conformité
- Détection des pannes liées aux certificats
- Bonnes pratiques de surveillance et d’alerte
- Audits, conformité réglementaire (eIDAS, RGPD, etc.)

## Ressources et références

Cryptographie

| INFRES_7_2_SR Architecture et Sécurité du Système d'information | INFRES |
|---|---|
| **INFRES_7_2_SR-3 Infrastructure: open stack** | **S7** |

## Contexte et enjeux de l'enseignement

Le développement rapide des services numériques exige des infrastructures cloud flexibles, scalables et maîtrisées. OpenStack, solution open source de cloud computing, permet de déployer des environnements IaaS (Infrastructure as a Service) comparables à ceux des grands fournisseurs commerciaux, tout en gardant le contrôle sur les données et l'architecture. Son adoption croissante dans les secteurs publics, industriels et scientifiques répond à un besoin d'autonomie technologique, d'optimisation des ressources matérielles, et de standardisation des déploiements. Cet enseignement prépare les élèves ingénieurs à concevoir, administrer et sécuriser des infrastructures cloud complexes basées sur OpenStack, en lien avec les enjeux actuels de souveraineté numérique, d'automatisation des systèmes et d'intégration DevOps.

## Prise en compte des dimensions socio-environnementales

## Prérequis

Administration Linux Virtualisation

## Modalités d'enseignement et d'évaluation

| | Nb d'heures |
|---|---|
| Cours | 9 |
| Cours intégré (cours + TD) | |
| TD | |
| TP | 15 |
| Projets | |
| Travail en autonomie encadré | |
| Contrôles et soutenances | |
| Travail personnel | 9 |

## Objectifs pédagogiques

(à la fin de cet enseignement, l'étudiant sera capable de ...)

- Expliquer l'architecture et les composants d'OpenStack.
- Déployer une infrastructure OpenStack sur un cluster.
- Gérer les services IaaS (réseaux, instances, volumes).
- Intégrer OpenStack dans un environnement DevOps.
- Diagnostiquer et sécuriser une infrastructure cloud OpenStack.

## Activités

(CM, TD, TP, projet, sortie terrain, etc. )

Cours
TP de mise en place d'une architecture Open Stack sur machine virtuelle

## Évaluations et retours faits aux élèves

(évaluations qui comptent pour la note ou qui permettent à l'étudiant de se situer, corrigés, feedback personnalisé...)

QCM
TP évalué

| INFRES_7_2_SR Architecture et Sécurité du Système d'information | INFRES |
|---|---|
| **INFRES_7_2_SR-3 Infrastructure: open stack** | **S7** |

## Plan de cours

ntroduction au cloud computing et à OpenStack
Présentation des paradigmes IaaS, PaaS, SaaS. Architecture modulaire d'OpenStack. Cas d'usage industriels et publics. Comparaison avec les offres cloud propriétaires.

- Installation et configuration de base d'OpenStack
Prise en main des outils de déploiement (DevStack, Packstack, kolla-ansible). Configuration réseau, stockage et compute. Mise en place d'un environnement de test sur machines virtuelles ou cluster réel.
- Administration des services OpenStack
Gestion des projets, utilisateurs et droits. Création et gestion d'instances virtuelles. Configuration des réseaux virtuels (Neutron), des volumes (Cinder), et des images (Glance). Monitoring et journalisation.
- Sécurité, haute disponibilité et performances
Principes de sécurité dans OpenStack. Isolation des tenants, gestion des accès. Approches de redondance, tolérance aux pannes et mise à l'échelle. Optimisation des ressources.
- Automatisation, intégration et supervision
Automatisation des déploiements avec Ansible. Intégration CI/CD dans un environnement OpenStack. Supervision avancée avec Prometheus, Grafana, ou Stacklight. Perspectives d'évolution du cloud souverain.

## Ressources et références

**Deprecated**: htmlspecialchars(): Passing null to parameter #1 ($string) of type string is deprecated in **C:\Developpement\syllabus\public_html\views\syllabus_template.php** on line **297**

| INFRES_7_2_SR Architecture et Sécurité du Système d'information | INFRES |
|---|---|
| **INFRES_7_2_SR-4 A supprimer !!!** | **S7** |

## Contexte et enjeux de l'enseignement

## Prise en compte des dimensions socio-environnementales

## Prérequis

## Modalités d'enseignement et d'évaluation

| | Nb d'heures |
|---|---|
| Cours | 6 |
| Cours intégré (cours + TD) | |
| TD | |
| TP | 6 |
| Projets | |
| Travail en autonomie encadré | |
| Contrôles et soutenances | |
| Travail personnel | |

### Objectifs pédagogiques
(à la fin de cet enseignement, l'étudiant sera capable de ...)

**Deprecated**: htmlspecialchars(): Passing null to parameter #1 ($string) of type string is deprecated in **C:\Developpement\syllabus\public_html\views\syllabus_template.php** on line **258**

### Activités
(CM, TD, TP, projet, sortie terrain, etc. )

**Deprecated**: htmlspecialchars(): Passing null to parameter #1 ($string) of type string is deprecated in **C:\Developpement\syllabus\public_html\views\syllabus_template.php** on line **261**

### Évaluations et retours faits aux élèves
(évaluations qui comptent pour la note ou qui permettent à l'étudiant de se situer, corrigés, feedback personnalisé...)

**Deprecated**: htmlspecialchars(): Passing null to parameter #1 ($string) of type string is deprecated in **C:\Developpement\syllabus\public_html\views\syllabus_template.php** on line **264**

| INFRES_7_2_SR Architecture et Sécurité du Système d'information | INFRES |
| --- | --- |
| **INFRES_7_2_SR-4 A supprimer !!!** | **S7** |

## Plan de cours

**Deprecated**: htmlspecialchars(): Passing null to parameter #1 ($string) of type string is deprecated in **C:\Developpement\syllabus\public_html\views\syllabus_template.php** on line **292**

## Ressources et références

**Deprecated**: htmlspecialchars(): Passing null to parameter #1 ($string) of type string is deprecated in **C:\Developpement\syllabus\public_html\views\syllabus_template.php** on line **297**