



PLAN DE COURS :

Fondations et ouvrages en terre

« Réalisé dans le cadre de la formation accompagnement pédagogique des enseignants »

Dr. Benmebarek Mohamed Amine

14/05/2025

**Version allégée est adaptée aux canevas proposés par l'université de Biskra
Spécialité 3ème année licence travaux publics**

Tables des matières

I.	Informations sur le cours :	3
II.	Présentation du cours	3
III.	Contenu détaillé du cours	5
IV.	Prérequis du cours	6
V.	Place du cours dans le programme	7
VI.	Visées d'apprentissage	7
VII.	Modalités d'évaluation des apprentissages	8
VIII.	Activités d'enseignement-apprentissage	9
IX.	Alignement pédagogique :	11
X.	Modalités de fonctionnement	12
XI.	Ressources d'aide	12

I. Informations sur le cours :

Université : Mohamed Khider Biskra

Faculté : Sciences et Technologie

Département : Génie Civil et Hydraulique

Public cible : 3^{ème} année licence, spécialité : Travaux publics

Intitulé du cours : Poutre et treillis

Crédit : 04

Coefficient : 02

Durée : 15 semaines

Enseignant : Dr. Benmebarek Mohamed Amine

Contact : par mail au mohamedamine.benmebarek@univ-biskra.dz

Disponibilité :

- **Au bureau :** sur rendez-vous ou selon les horaires affichés.
- **Par mail :** réponse assurée sous 48 heures (hors imprévus). Veuillez privilégier ce canal uniquement pour des situations urgentes (problèmes d'accès à la plateforme, etc.).
- **Sur le forum pédagogique :** toute question liée au cours doit être posée sur le forum dédié. Cela permet à l'ensemble des étudiants de bénéficier des échanges. L'enseignant s'engage à y répondre dans un délai maximal de 48 heures.

II. Présentation du cours

La matière **Fondations et ouvrages en terre** occupe une place centrale dans la formation des étudiants en **génie civil et travaux publics**, notamment au cours du 6^e semestre de la licence. Ce cours aborde les principes fondamentaux de la conception, du calcul et de la stabilité des structures géotechniques, avec un accent particulier sur les interactions sol-structure, les propriétés mécaniques des sols, et la réponse des fondations et des ouvrages en terre aux sollicitations appliquées.

L'objectif général de ce cours est de fournir à l'étudiant les connaissances théoriques et pratiques nécessaires pour analyser, concevoir et évaluer la sécurité des fondations (superficielles et profondes), des pentes naturelles ou artificielles, et des ouvrages de soutènement. L'étudiant

apprendra à interpréter les données issues des essais géotechniques, à modéliser les efforts agissant sur les structures en interaction avec le sol, et à justifier la stabilité de différents types d'ouvrages.

Le cours débute par un rappel approfondi des notions de plasticité et de résistance au cisaillement des sols, nécessaires pour comprendre le comportement mécanique des matériaux naturels. Ensuite, les phénomènes de poussée et de butée des terres sont analysés selon différentes approches classiques, avant de traiter la problématique essentielle de la **stabilité des talus et des pentes**, sujet d'une importance particulière en génie routier, ferroviaire et hydraulique.

Dans les chapitres suivants, les fondations sont abordées dans leur diversité (semelles, radiers, pieux, etc.), en lien avec les paramètres du sol, la nature des charges et les exigences du projet. Enfin, le cours se clôture par l'étude des **ouvrages de soutènement** : leur typologie, les mécanismes de défaillance, et les méthodes de dimensionnement (murs poids, murs en béton armé, rideaux de palplanches).

À travers des **cours théoriques**, des **travaux dirigés appliqués**, et éventuellement des outils numériques de simulation, l'étudiant sera préparé à appréhender les enjeux liés à la construction d'ouvrages fondés sur ou dans le sol. Il s'agit d'une compétence-clé pour tout futur ingénieur civil impliqué dans la conception d'infrastructures durables et sûres.

Ce cours s'appuie fortement sur les acquis des modules précédents, notamment **Résistance des matériaux** et **Mécanique des sols**, et constitue un **préalable indispensable** à l'étude de disciplines plus avancées comme les fondations spéciales, la géotechnique sismique ou l'interaction sol-structure.

Les notions étudiées dans ce cours et les relations entre elles sont schématisées dans la Figure 1.

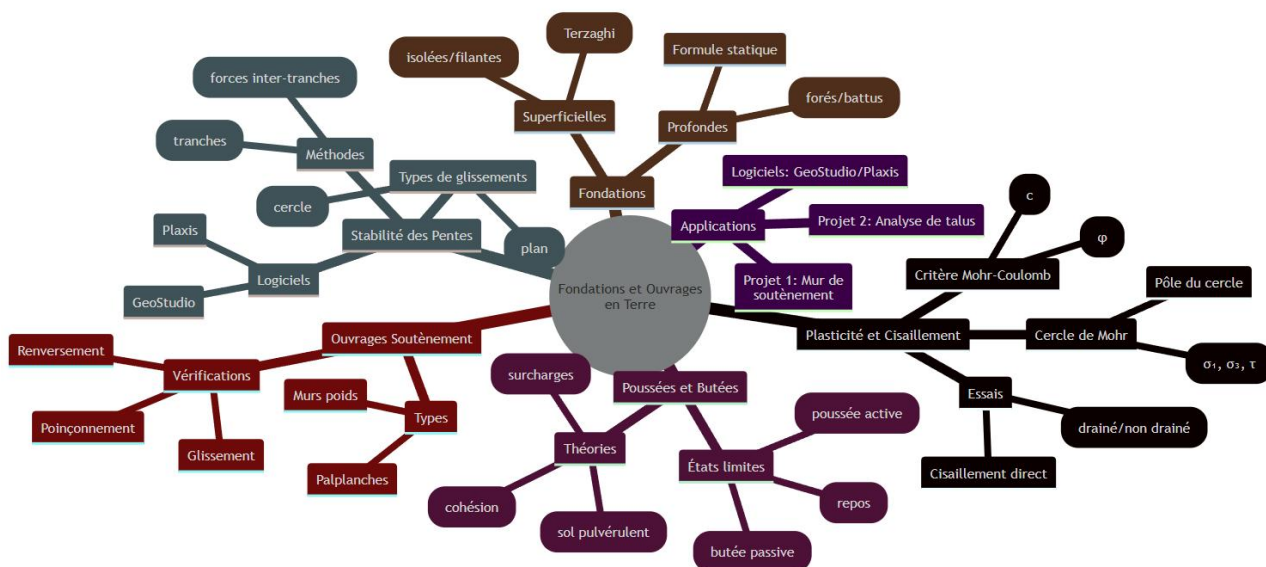


Figure 1: Les notions étudiées dans ce cours.

III. Contenu détaillé du cours

Le cours Fondations et ouvrages en terre est structuré autour de cinq chapitres principaux. Il aborde progressivement les notions fondamentales nécessaires à la compréhension et à la conception des structures géotechniques, en alternant théorie et application pratique.

Le premier chapitre introduit les bases de la mécanique des sols, en particulier la résistance au cisaillement. L'étudiant y découvre le cercle de Mohr, le critère de Mohr-Coulomb, ainsi que les différents types d'essais (cisaillement direct, triaxial) permettant de caractériser le comportement des sols en conditions drainées ou non drainées.

Le deuxième chapitre traite de la stabilité des pentes et des talus, un sujet crucial pour la sécurité des ouvrages en terrain naturel ou remanié. On y étudie les types de mouvements de terrain (glissements, éboulements) et les méthodes de calcul du coefficient de sécurité, comme les approches de Fellenius et Bishop. Ce chapitre permet à l'étudiant de comprendre comment prévenir les instabilités dans les projets de terrassement ou de voirie.

Le troisième chapitre porte sur les poussées et butées des terres, c'est-à-dire les efforts exercés par le sol sur les murs de soutènement ou autres structures. On y explore les conditions d'équilibre du sol et les théories classiques (Rankine, Boussinesq, Prandtl) pour déterminer les coefficients de poussée selon la nature du sol et l'inclinaison des parois.

Le quatrième chapitre est consacré aux fondations superficielles et profondes. L'étudiant y apprend à distinguer les différents types de fondations (semelles, pieux, radiers) et à calculer leur capacité portante selon les méthodes de Terzaghi et Meyerhof. Les notions de tassement, de portance admissible, et les critères de choix d'un type de fondation sont également abordés.

Enfin, le cinquième chapitre traite des ouvrages de soutènement, tels que les murs poids, les murs en béton armé et les rideaux de palplanches. Il s'agit ici d'évaluer leur stabilité face aux risques de glissement, renversement ou poinçonnement, en tenant compte de la poussée des terres et de l'action de l'eau. Des notions de drainage et de conception géotechnique sont également introduites.

Chaque chapitre donne lieu à des travaux dirigés permettant à l'étudiant de manipuler les outils de calcul, d'interpréter des résultats géotechniques, et de résoudre des cas pratiques inspirés du terrain.

La Figure 2 est une carte conceptuelle qui montre d'une manière plus détaillée le contenu de chaque chapitre.

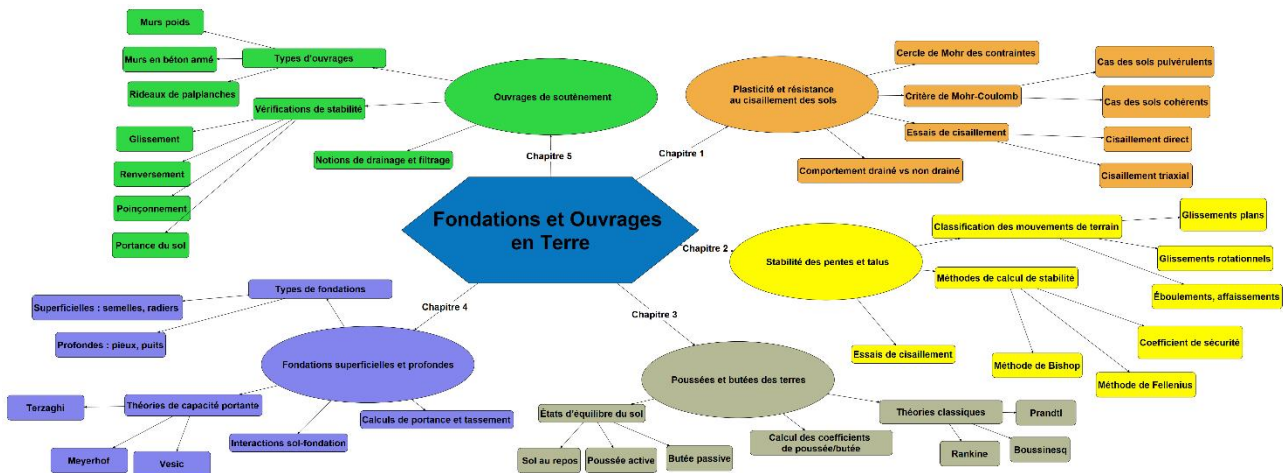


Figure 2 : Carte conceptuelle des contenus des chapitres

IV. Prérequis du cours

Le cours Fondations et ouvrages en terre s'inscrit dans la continuité des enseignements de base en génie civil. Pour en assurer le bon déroulement et permettre aux étudiants d'en tirer pleinement profit, certaines connaissances préalables sont indispensables.

Il est ainsi recommandé que l'étudiant ait validé les modules suivants :

Résistance des matériaux 1 : pour maîtriser les notions fondamentales sur les contraintes, déformations, moments fléchissant, et l'analyse de la stabilité des structures élémentaires. Ces connaissances sont essentielles pour comprendre le comportement des ouvrages soumis à des efforts transmis par le sol.

Mécanique des sols 1 : pour disposer des bases sur la classification des sols, leurs propriétés physiques (granulométrie, plasticité, perméabilité, etc.) et mécaniques (cohésion, angle de frottement), ainsi que la compréhension des notions de perméabilité, tassement et consolidation. Ce socle est indispensable pour aborder la résistance au cisaillement, les pressions interstitielles et les interactions sol-structure.

Des notions complémentaires en géologie appliquée (nature et structure des terrains) et en topographie (lecture de plans, coupes et profils de terrain) peuvent également faciliter la compréhension des exemples de chantier et des études de cas présentées durant le cours.

En cas de lacunes identifiées en début de semestre, il est vivement conseillé aux étudiants de réviser les notions essentielles des cours précédents à l'aide de manuels recommandés ou d'un accompagnement pédagogique spécifique.

Pour tester vos connaissances, un test est mis à votre disposition sur la plateforme d'enseignement à distance : <http://elearning.univ-biskra.dz>

« **Utiliser vos identifiants (Username et Password) fourni par votre enseignant pour vous connecter puis cliquer sur le bloc « mes cours » et choisir le cours Fondations et ouvrages en terre** ».

Le test est disponible dès la première semaine et il est accessible sans illimitation dans le temps afin que vous puissiez le refaire. Si la note obtenue est insuffisante, vous serez orienté vers un cours à suivre en auto-formation à votre rythme et à votre avancement, ce cours se trouve sur la même plateforme d'enseignement à distance, vous pouvez y accéder en suivant les instructions suivantes :

1. Dans le bloc navigation, Cliquez sur « **mes cours** » ;
2. Cliquez sur le cours « **Fondations et ouvrages en terre _Test de prérequis** » pour y avoir accès.

V. Place du cours dans le programme

Unité d'enseignement : Fondamentale ;

Code : UEF 3.2.2

Crédits: 4;

Coefficients: 2.

VI. Visées d'apprentissage

Le cours Fondations et ouvrages en terre a pour ambition de permettre à l'étudiant de développer des compétences fondamentales en géotechnique appliquée, en lien direct avec la pratique du génie civil. À l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable de comprendre, d'analyser et de concevoir les éléments de fondation, les ouvrages en terre et les dispositifs de soutènement en tenant compte des caractéristiques du sol, des contraintes du projet et des normes de sécurité.

Compétence générale visée :

Être capable de concevoir et de justifier techniquement des fondations et des ouvrages géotechniques courants (talus, remblais, murs de soutènement), en s'appuyant sur les principes de la mécanique des sols et les méthodes de dimensionnement usuelles.

Objectifs spécifiques :

En termes de savoirs (connaissances) :

- Comprendre les propriétés mécaniques des sols et leur comportement sous contrainte.
- Maîtriser les modèles de résistance des sols, notamment le critère de Mohr-Coulomb.
- Connaître les méthodes de calcul des poussées des terres et de stabilité des talus.
- Appréhender les principes de calcul de la capacité portante et du tassement des fondations.

En termes de savoir-faire (compétences techniques) :

- Lire, interpréter et utiliser les résultats d'essais de laboratoire ou de sondages géotechniques.
- Appliquer des méthodes analytiques et graphiques pour dimensionner des fondations et vérifier la stabilité des pentes.
- Effectuer les calculs de poussée sur un mur de soutènement ou un rideau de palplanches.
- Justifier techniquement le choix d'un type de fondation adapté à une structure et à un terrain donné.

En termes de savoir-être (comportements attendus) :

- Développer un raisonnement rigoureux dans la démarche de vérification de la stabilité des ouvrages.
- Faire preuve d'esprit critique dans l'analyse des données de sol et des hypothèses de calcul.
- Respecter les exigences de sécurité et les contraintes économiques dans la proposition de solutions géotechniques.
- Travailler en autonomie ou en équipe sur des études de cas, en mobilisant les connaissances acquises avec méthode et clarté.

Ces visées d'apprentissage permettent à l'étudiant de relier les concepts géotechniques à la réalité du terrain et aux exigences des projets d'ingénierie, en vue de sa future activité professionnelle.

La Figure 3 illustre les compétences visées par ce cours.

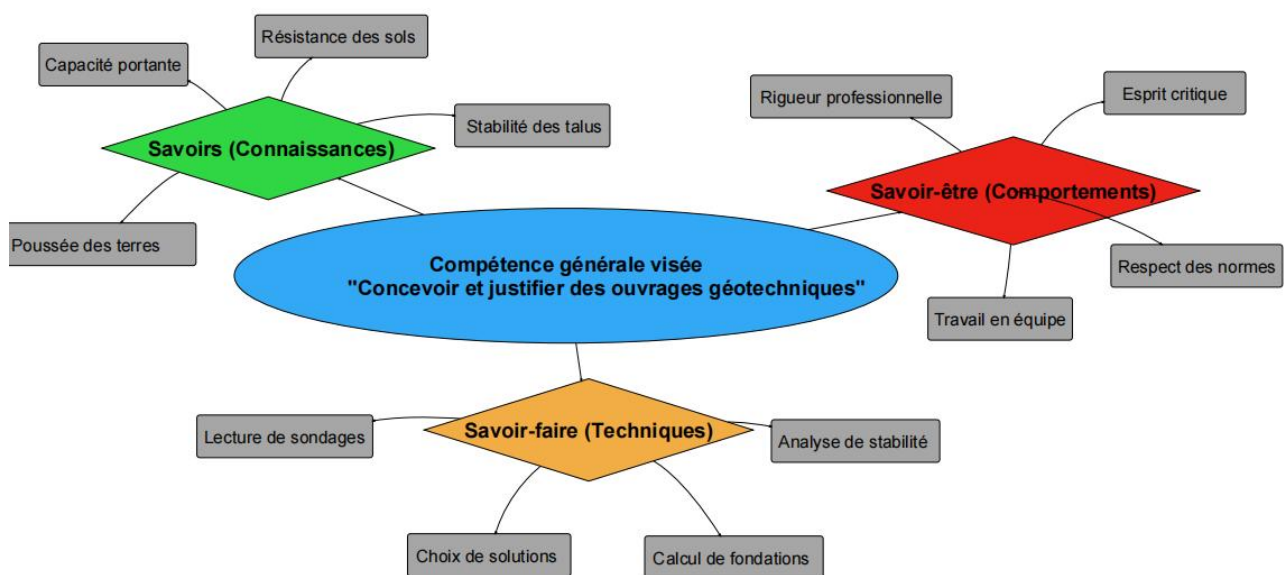


Figure 3 : Schéma des compétences visées.

VII. Modalités d'évaluation des apprentissages

L'évaluation finale se fait à travers :

A. **Un examen final sur table** et qui porte sur tout ce que vous avez vu dans ce cours pendant le semestre, lors de cet examen, qui compte pour **60%** de la note finale.

B. **Évaluation continue et régulières** à raison de **40%** restant, elle vous permet d'enregistrer des points tout au long du semestre, cette évaluation continue est réalisée par différentes formes, il s'agit :

- De la moyenne des notes des interrogations écrites,
- Des notes obtenues aux projets individuel et collectif
- De la moyenne du la note de contrôle TD.

La note finale du TP est calculée par la formule :

$$\text{Note finale} = 60\% (\text{Examen}) + 40\% (\text{Evaluation continue})$$

La note finale qui assurera la réussite de ce cours doit être supérieure ou égale à 10.

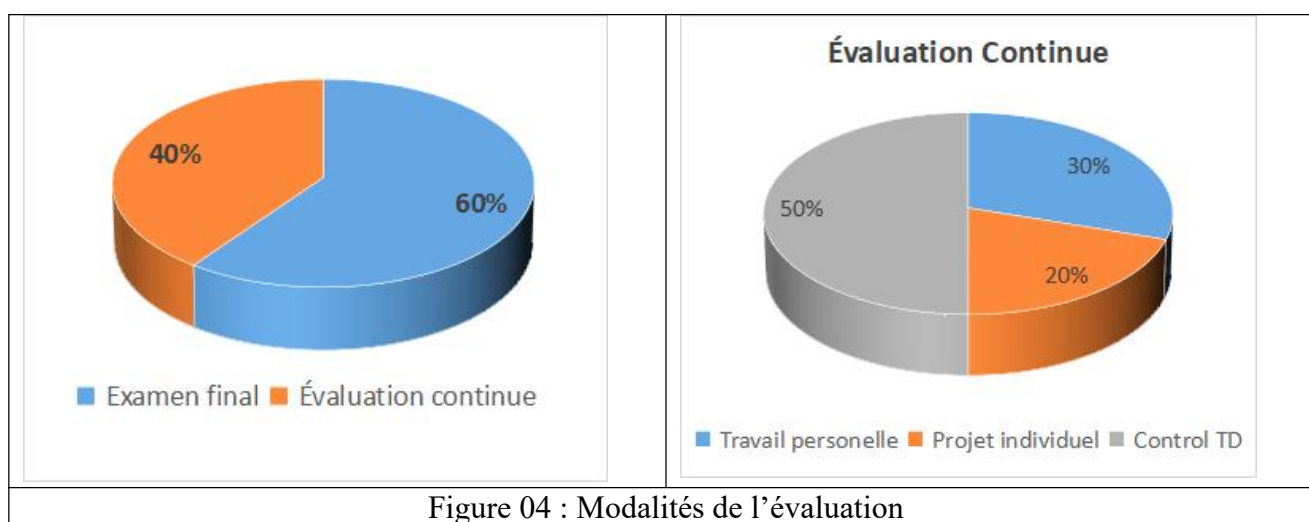


Figure 04 : Modalités de l'évaluation

VIII. Activités d'enseignement-apprentissage

L'apprentissage dans le cadre du cours *Fondations et ouvrages en terre* repose sur une combinaison équilibrée entre **enseignements théoriques** et **activités pratiques**, visant à faciliter l'assimilation des concepts, à développer l'autonomie de l'étudiant et à encourager une démarche professionnelle.

1. Activités en présentiel

Les séances de **cours magistraux** (1h30 par semaine) constituent le socle théorique de la formation. Elles permettent de présenter les notions fondamentales liées à la mécanique des sols, à la stabilité des ouvrages en terre et aux méthodes de dimensionnement des fondations. Ces cours sont accompagnés de schémas explicatifs, d'exemples de projets, et de rappels méthodologiques.

Les **travaux dirigés** (1h30 par semaine) ont pour but de mettre en œuvre les connaissances acquises en cours à travers des exercices appliqués. Ces TD portent sur:

- L'exploitation de résultats d'essais géotechniques ;
- La résolution de problèmes de stabilité des pentes et de poussée des terres ;
- Le calcul de capacité portante des fondations ;
- L'analyse de la stabilité des murs de soutènement.
- Correction interactive avec explication des erreurs courantes

Les séances de TD sont aussi l'occasion pour les étudiants de travailler individuellement ou en petits groupes, sous l'encadrement de l'enseignant, afin de développer leurs capacités de raisonnement et de résolution de problèmes.

2. Activités à distance (selon les moyens disponibles)

Afin de renforcer l'apprentissage en dehors des séances en présentiel, plusieurs activités pédagogiques à distance sont proposées aux étudiants via la plateforme d'enseignement en ligne de l'université (<http://elearning.univ-biskra.dz>), ou à travers des outils numériques complémentaires.

- **Contenus vidéo et conférences interactives :**
Des capsules vidéo explicatives ainsi que des conférences en ligne (via Google Meet ou autre plateforme) permettent de revoir les points clés du cours. Ces exposés magistraux à distance sont conçus pour faciliter la compréhension des notions complexes, à tout moment et à son propre rythme.
- **Organisation modulaire du cours :**
Le contenu est structuré en unités pédagogiques claires, selon les principes du modèle Opale 3.8. Chaque unité est découpée en **activités ciblées** suivies de **contenus adaptés**, en tenant compte à la fois de la difficulté des notions abordées et du temps moyen de traitement par l'étudiant. L'ensemble des médias (textes, schémas, vidéos, documents interactifs) est accessible indépendamment du support de cours pour assurer une plus grande flexibilité.
- **Auto-évaluation par quiz :**
Chaque unité d'apprentissage est accompagnée de **quiz interactifs** comprenant divers types de questions : QCM, QCU, questions à réponse ouverte ou à trou. Ces évaluations formatives permettent à l'étudiant de vérifier sa compréhension, de synthétiser les acquis et d'identifier rapidement ses points faibles.
- **Utilisation de logiciels professionnels :**
Des outils spécialisés tels que **GeoStudio** (pour l'analyse de la stabilité des pentes) et **Plaxis**

(pour la modélisation du comportement des fondations) peuvent être intégrés dans certains modules pour offrir une **mise en pratique numérique** des concepts théoriques.

- **Travaux dirigés en ligne encadrés :**

Des séances de TD sont proposées en ligne, avec accès à des **documents techniques spécifiques à la matière**. Les énoncés sont accompagnés de **corrigés détaillés et commentés**, permettant à l'étudiant de choisir entre plusieurs approches d'apprentissage :

- Résolution complète étape par étape ;
- Parcours guidé orienté vers la méthode de résolution ;
- Analyse comparative de différentes solutions.

3. Travaux personnels

L'étudiant est également encouragé à réaliser un travail personnel régulier comprenant :

- La révision des notions vues en cours ;
- L'entraînement à la résolution de sujets d'examen antérieurs ;
- La consultation des ouvrages de la bibliographie recommandée.

Dans certains cas, des **mini-projets ou devoirs à rendre** peuvent être proposés afin de renforcer l'autonomie, la capacité de synthèse et la qualité de rédaction technique de l'étudiant.

IX. Alignement pédagogique :

L'organisation et la planification d'un cours, repose sur des activités d'enseignement fondamentales tels savoir ; savoir - faire et savoir – être, ces principaux concepts sont illustrés dans la **figure 4**. Afin de réussir ces trois fondements et amener l'apprenant à une situation d'apprentissage intelligible et signifiante cela conduit à formaliser des objectifs clairs, à proposer à l'étudiant une variété d'activités adaptées aux différents apprentissages visés, ainsi que des évaluations en adéquation avec ses apprentissages.

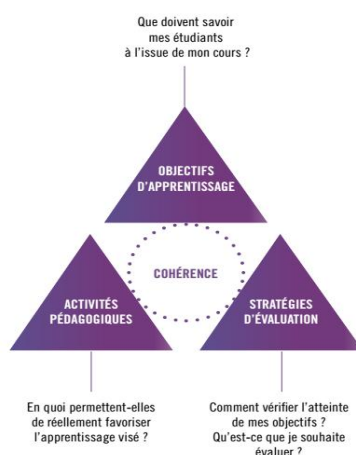


Figure 4 : Les principaux concepts d'alignement pédagogique

X. Modalités de fonctionnement

Le cours *Fondations et ouvrages en terre* est dispensé selon une organisation pédagogique cohérente et progressive, combinant des séances en présentiel avec des ressources et activités complémentaires en ligne.

Chaque semaine, l'enseignement est réparti en deux séances :

- Une séance de **cours magistral** (1h30), consacrée à la présentation des notions théoriques, des concepts clés et des méthodes de calcul utilisées en géotechnique. Cette séance s'appuie sur des supports visuels (diapositives, schémas, vidéos) et des exemples concrets tirés de projets d'ingénierie.
- Une séance de **travaux dirigés** (1h30), visant à appliquer les connaissances acquises à travers des exercices, des études de cas et des résolutions de problèmes. Ces séances encouragent la participation active des étudiants, soit individuellement, soit en petits groupes.

En plus du présentiel assuré en classe, il y a le distanciel qui s'effectue via la plateforme d'enseignement dans le but d'approfondir les concepts vus en présentiel. L'assiduité aux séances est fortement recommandée, car elle conditionne la bonne compréhension des enchaînements logiques entre les différentes thématiques abordées.

XI. Ressources d'aide

Une sélection d'ouvrages de référence est proposée pour approfondir les notions théoriques et techniques abordées en cours :

1. **Costet, J. & Sanglerat, G.** – *Cours pratique de mécanique des sols*, Dunod, 1981.
→ Référence complète sur les principes de la mécanique des sols appliqués à l'ingénierie.
2. **Phillipponat, G. & Hubert, B.** – *Fondations et ouvrages en terre*, Collection Blanche BTP, 1997.
→ Ouvrage spécialisé sur la conception des fondations et la stabilité des ouvrages géotechniques.
3. **Schlosser, F.** – *Éléments de mécanique des sols*, Presse de l'École des Ponts, 1997.
→ Approche détaillée des comportements des sols et de leur modélisation.
4. **Schlosser, F.** – *Exercices de mécanique des sols*, Presse de l'École des Ponts, 1995.
→ Recueil d'exercices corrigés pour l'entraînement et la préparation aux évaluations.

5. **Olivari, G., Sanglerat, G., Cambou, B.** – *Problèmes pratiques de mécanique des sols*, Dunod, 1987.

→ Études de cas concrets et applications pratiques à partir de situations réelles.

6. **Publications OPU, Algérie – Série géotechnique.**

→ Manuels adaptés au contexte local, souvent utilisés comme supports de TD ou d'examens.

Logiciels de simulation géotechnique :

- GeoStudio (SLOPE/W) pour l'analyse de la stabilité des pentes.
- Plaxis 2D pour la modélisation des fondations et des soutènements.