

Master mention Informatique – Spécialité Informatique

Parcours DECOL : Données, Connaissances, Langage Naturel

Contact : M. Leclère michel.leclere@univ-montp2.fr

Ce document présente la maquette du parcours DECOL LMD4 et le descriptif détaillé des UE cœur DECOL. DECOL est une formation de Master Informatique professionnelle et recherche orientée "Donnée, Information, Connaissance" : de la gestion (organisation, stockage, accès) de données (textuelles, semi-structurées, structurées) en grande quantité à l'aide à la décision.

Mots clés : Big Data, Semantics, Web

Métiers professionnel visé :

- aspects transactionnels :
 - architecte de BD
 - architecte de Système d'informations
- aspects décisionnel (« Big Data ») :
 - Data Scientist
 - Data Engineer

Adossement Recherche (et poursuite en thèse) :

- LIRMM : Advanse, Graphik, Texte, Zenith et Open Data Research Group
- ESPACE-DEV : Micado
- IATE : Ingénierie des connaissances
- TETIS : SISO

1 - Structure du Parcours DECOL

Toutes les UE mentionnées sont à 5 ECTS sauf mention explicite autre (cas des stages de S4).

S1 :

- **4 UE obligatoires :**
 - **Bases de données avancées**
 - **Intelligence Artificielle**
 - **Présentation des données du web (AIGLE)**
 - Anglais (Transversale)
- **1 UE de programmation à choisir parmi :**
 - Ingénierie Logicielle (AIGLE)
 - Programmation Avancée (S3 IPS)
- **1 UE complémentaire à choisir parmi :**

(triées par ordre décroissant de proximité à DECOL et sous réserve de compatibilité d'edt ; en rouge les UE recommandées)

- **Algorithmique du texte (BCD - STIC Santé)**
- **Complexité algorithmique (MIT)**
- **Réseaux (AIGLE)**
- **Interaction Homme-Machine (IMAGINA)**
- Théorie de l'information (MIT)
- Programmation Orientée Agents (IMAGINA)
- Compilation et interprétation (AIGLE)

- Méthodes et Algorithmique probabilistes (MIT)
- Traitement du signal (IMAGINA)

S2 :

- **4 UE obligatoires :**
 - **Web sémantique et social**
 - **Ingénierie des connaissances**
 - **Extraction de Connaissances dans les Données**
 - **Technologies de la langue**
- **1 TER**
- **1 UE à choisir parmi :**

(triées par ordre décroissant de proximité à DECOL et sous réserve de compatibilité d'edt ; en rouge les UE recommandées)

- **Conduite de projets (AIGLE)**
- Epistémologie de l'informatique (Transversale)
- Bases de données spatiales (Géomatique)
- Calculabilité (MIT)
- Analyse et traitement des images (IMAGINA)
- Algorithmes d'exploration et de mouvement (IMAGINA)
- Architecture N-tiers (AIGLE)
- Algorithmique distribuée (MIT)
- Méthodes approchées (MIT)
- Développement logiciel pour mobiles (AIGLE)
- Spécifications formelles, vérification, validation (AIGLE)
- Modélisation et Programmation 3D (IMAGINA)
- Algorithmes géométriques et géométrie discrète (IMAGINA)
- Graphes et structures (MIT)

S3

- **4 UE à choisir parmi 6 :**
 - **Nouvelles approches pour la persistance des données**
 - **Traitement de données à grande échelle**
 - **Théorie des bases de connaissances**
 - **Gestion des connaissances pour l'aide à la décision**
 - **Extraction de Connaissances Avancées**
 - **Intelligence Artificielle pour le Langage Naturel**
- **2 UE à choisir parmi (si compatibilité edt):**

(triées pour les 5 premières par ordre décroissant de proximité à DECOL et sous réserve de compatibilité d'edt ; en rouge les UE recommandées)

- **2 autres UE cœur DECOL**
- **Administration de bases de données (IPS-DECOL)**
- Ingénierie des modèles (AIGLE)
- E-applications (AIGLE)
- Raisonnement par contraintes (MIT)
- Développement logiciel pour l'embarqué (AIGLE)
- Composants et Réutilisation (AIGLE)
- Métaprogrammation et réflexivité (AIGLE)
- Evolution et restructuration (AIGLE)
- Spécification et implémentation des langages à objets et à composants (AIGLE)

- Modélisations formelles pour le génie logiciel (AIGLE)
- Son et Musique (IMAGINA)
- Moteurs de Jeux (IMAGINA)
- Imagerie Médicale et 3D (IMAGINA)
- Jeux Sérieux (IMAGINA)
- Vision, réalités virtuelle et augmentée (IMAGINA)
- Société virtuelle (IMAGINA)
- Codage et compression multimédia (IMAGINA)
- Informatique graphique (IMAGINA)
- Calcul formel, codes et cryptographie (MIT)
- Optimisation combinatoire (MIT)
- Graphes, algorithmique et complexité (MIT)
- Théorie des langages et pavages (MIT)
- Algorithmique et optimisation pour la bioinformatique avancées (STIC Santé - BCD)

S4

- **1 UE obligatoire :**
 - Enjeux juridiques et déontologiques de l'informatique (Transversale)
- **si PRO 1 UE de stage en entreprise :**
 - Stage industriel (Transversale – 25 ECTS)
- **Ou si RECHERCHE 2 UE obligatoires :**
 - Etude bibliographique (Transversale)
 - Stage académique (Transversale – 20 ECTS)

3- Descriptif détaillé des UE DECOL

- **Au S1 :**
 - **Bases de données avancées** (*prérequis : SIBD Licence*)
 - **Intelligence Artificielle** (*prérequis : bases de logiques*)
- **Au S2 :**
 - **Web sémantique et social** (*prérequis : TW - Présentation des données, IA*)
 - **Ingénierie des connaissances** (*prérequis : logique des prédicats*)
 - **Extraction de Connaissances dans les Données**
 - **Technologies de la langue**
- **Au S3 :**
 - **Nouvelles approches pour la persistance des données** (*prérequis BDA, WSS*)
 - **Traitement de données à grande échelle** (*prérequis BDA*)
 - **Théorie des bases de connaissances** (*prérequis : bases solides logique des prédicats*)
 - **Gestion des connaissances pour l'aide à la décision** (*prérequis : logique des propositions*)
 - **Extraction de Connaissances Avancées** (*prérequis : ECD fortement conseillé*)
 - **Intelligence Artificielle pour le Langage Naturel**

+ 2 UE cœur DECOL mais portées par d'autres parcours

- **Au S1 :**
 - **Technologies du Web : présentation des données** (AIGLE)
- **Au S3 :**
 - **Administration des bases de données** (*prérequis : SIBD Licence*) (IPS)

S1 : BDA : Bases de Données Avancées

Resp. : A.-M. Chifolleau, F. Ulliana

Heures : 49,5H (16,5H C / 9H TD / 24H TP)

L'objectif du module est d'aborder les différents modèles existant en BD, autre que le modèle relationnel (déjà vu en Licence), notamment les modèles objet, objet-relationnel et multidimensionnel.

Programme:

- Remise à niveau en BD relationnelle (modèle relationnel / SQL, transaction, un peu d'UML)
- Extensions du modèle relationnel: Modèle objet et Modèle relationnel-objet (conception relationnel-objet, types d'objets, tables d'objets, vues objets, requêtes de création et de manipulation)
- Entrepôts de données et bases de données multidimensionnelles : architectures des entrepôts de données, modèles conceptuels, logiques et physiques des données, construction des cubes de données, OLAP.

Prérequis : Modèle relationnel (niveau L)

Fourni les bases pour : ECD, Nouvelle approche pour la persistance des données

MCC : 30% CTE, 70% CP

S1 : IA : Intelligence Artificielle

Resp. : M. Leclère, M.-L. Mugnier

Heures : 49,5H (16,5H C / 16,5H TD / 16,5H TP)

Ce module introduit des notions fondamentales d'intelligence artificielle, qui serviront de socle pour l'acquisition de techniques plus poussées dans des modules spécialisés (en représentation de connaissances, ingénierie des connaissances, théorie des bases de données/connaissances, algorithmique de l'intelligence artificielle, etc.). Sont en particulier traités les sujets suivants :

- notion d'espace de recherche, parcours d'un espace de recherche, algorithme de backtrack, application de cet algorithme à différents problèmes : calcul des solutions d'un réseau de contraintes, test de la satisfiabilité d'une formule propositionnelle (problème SAT), calcul des solutions à une requête conjonctive dans une base de faits, application d'une règle du premier ordre, ...
- systèmes à base de règles : règles en logique des propositions et en logique du premier ordre, mécanismes de chaînage avant et chaînage arrière, quelques techniques d'optimisation de ces mécanismes, modélisation de connaissances avec des règles.

Ces différents aspects sont mis en pratique en séances de TP.

Prérequis : bases de la logique des propositions et de la logique du premier ordre

MCC : 50% CTE, 50% CC

S1 : Technologies du web : présentation des données

Offerte par AIGLE mais également cœur DECOL

Resp. : P. Pompidor

Heures : 49,5H (16,5H C / 16,5H TD / 16,5H TP)

Dans le cadre d'une architecture N-tiers, ce module aborde le « tiers » présentation sous différents angles :

- médiatisation de données XML via des transformations XSL (pré-requis du module Web sémantique et social) ;
- médiatisation de données en 2D et en 3D avec HTML5 (en aval de l'importation de fichiers JSON).
Utilisation des frameworks les plus appropriés (à ce jour) :
 - pour l'affichage vectoriel (2D) : D3JS (combinant SVG et Javascript)
 - pour l'affichage en 3D : Three.js (surcouche à WebGL qui interface OpenGL en Javascript) (cette partie se fera en coordination avec l'enseignement dispensé en IHM)
- fonctionnalités avancées de HTML5 par rapport à la transmission (WebSockets...) et au stockage de données chez le client (localStorage...).

Prérequis : maîtrise de la programmation en Javascript

Fourni les bases pour : Web sémantique et social

S2 : Web sémantique et social

Resp. : K. Todorov, F. Ulliana

Heures : 49,5H (18H C / 15H TD / 16,5H TP)

Ce module vise à présenter les bases de la vision du Web Sémantique en extension du Web classique ainsi que les technologies qui permettent la mise en œuvre de cette vision. En premier temps, le rôle de la sémantique pour une compréhension et utilisation plus intelligentes des ressources Web sera introduit. Les concepts clés abordés seront ceux de la structuration de données, d'ontologies et de leurs applications avec un accent sur les langages et les formalismes qui permettent de spécifier et représenter la connaissance (RDFS, OWL). Par la suite, des techniques pour la mise en correspondance (alignement) d'ontologies hétérogènes seront présentées abordant les notions d'hétérogénéité et d'interopérabilité sémantiques. Sur ces bases, le cours présentera la notion du Web de Données : l'ensemble de pratiques et principes pour la publication et l'interconnexion de données, ainsi que l'interrogation de ces données. Les technologies sous-jacentes (RDF, SPARQL) seront introduites. Le module présentera les méthodes de base d'inférence et les règles y associer (RIF).

Prérequis : Technologies du Web : présentation des données, IA

MCC : 50% CTE, 50% CP

Fourni les bases pour : nouvelle approches pour la persistance des données

S2 : Ingénierie des connaissances

Resp. : M. Leclère, M.L. Mugnier

Heures : 49,5H (21H C / 15H TD / 13,5H TP)

Cette UE présente différentes facettes de l'ingénierie des connaissances. Son fil directeur est la notion d'ontologie, devenue essentielle dans les systèmes à base de connaissances. Sont présentées des méthodes et techniques de construction et d'organisation d'ontologies (en particulier s'appuyant sur l'analyse formelle de concepts) ainsi que des langages de représentation de connaissances et de raisonnements "centrés ontologies" (en particulier les logiques de description et les graphes conceptuels, avec une attention portée à leur expressivité respective et leur adéquation aux types de connaissances que l'on souhaite représenter). On effectue le lien avec les langages du web sémantique RDF/S et OWL(2). L'intervention de professionnels venant exposer leurs projets courants en ingénierie des connaissances permet de donner des exemples concrets d'application de ces techniques. Le nombre et le contenu de ces interventions sont variables selon les années.

Compétences acquises :

- connaissance de méthodes et techniques de construction et d'organisation d'ontologies
- connaissance des principaux langages de représentation de connaissances et de raisonnement (RCR) centrés "ontologies"
- capacité à choisir un langage de RCR adapté à un problème précis

Prérequis : bases de la logique du premier ordre

MCC : 100%CC

S2 : Extraction de Connaissances dans les Données

Resp. : P. Poncelet, K. Todorov

Heures : 45H (18H C / 27H TP)

Ce module vise à présenter les concepts, algorithmes et outils pour l'Extraction de Connaissances dans les Données (ECD). Seront abordés les différents thèmes de la fouille de données et de la fouille de textes, tels que : la recherche d'information, la classification automatique supervisée et non-supervisée, les règles d'association, l'extraction automatique de connaissances ontologiques à partir de texte pour la construction d'ontologies pour le web sémantique et social. Le module met un accent fort sur la fouille de texte avec la

présentation de la chaîne complète de ce processus à partir de textes bruts. Les fonctionnalités de l'outil WEKA seront présentées et appliquées lors de la réalisation d'un projet de classification de documents textuels.

Prérequis : aucun

Fourni les bases pour : ECA

MCC : 100% CP

S2 : Technologies de la langue

Resp. : J.-P. Prost, C. Rétoré

Heures : 49,5 (16,5H C / 16,5H TD / 16,5H TP)

Le langage naturel est sans conteste le vecteur de communication le plus puissant et le plus sophistiqué dont nous disposons. Lorsqu'il est véhiculé par un support numérique, son exploitation requiert la mise en œuvre de stratégies spécifiques, tant du point de vue de la représentation des connaissances, que d'un point de vue algorithmique. Ce module concerne l'étude de ces stratégies, dites de Traitement Automatique du Langage Naturel (TAL, ou TALN). Le but ultime du TAL, qui est à l'origine même de l'Intelligence Artificielle, est l'émulation des compétences et performances langagières humaines, à savoir la compréhension et la génération de langage naturel, que ce soit à l'écrit ou à l'oral.

L'objet de ce module est donc de présenter un panel, le plus représentatif possible, des technologies mises en œuvre de nos jours en la matière.

Le cours s'organise autour des grands chapitres suivants :

- buts et objectifs du TAL ; introduction à la notion de langage
- compréhension du langage naturel (morphologie, syntaxe, sémantique)
- génération de texte (planification de texte, réalisation syntaxique)
- ingénierie linguistique, outils et applications (architecture, robustesse, traduction automatique, résumé de texte, interfaces en langage naturel)
- ressources linguistiques et gestion de masses de données linguistiques (Big Data, crowdsourcing, jeux sérieux)

MCC : 50% CTE, 50% CC

S3 : Nouvelles approches pour la persistance des données

Resp. : I. Mougnot, F. Ulliana

Heures : 45H (15H C / 15H TD / 15H TP)

Les enseignements du module aborderont différents principes actuels et technologies associées permettant la gestion et le traitement de gros volumes de données possiblement complexes.

Les SGBD relationnels proposent des mécanismes notamment transactionnels et de journalisation qui garantissent la fiabilité et la sécurité des données mais qui pénalisent leurs performances dans des contextes dans lesquels la demande est plutôt sur l'accès quasi instantané à de gros volumes de données. Dans ce sens, les systèmes NOSQL (Not Only SQL) apportent de nouvelles façons d'envisager la persistance des données.

De même, le modèle relationnel est un modèle très contraignant qui oblige à définir un schéma à priori qu'il est difficile ensuite de faire évoluer. L'idée est donc également d'introduire de la flexibilité dans les modèles en s'appuyant sur des modèles orientés agrégats de données et graphe. Les mécanismes de construction de modèles à posteriori que l'on peut retrouver notamment dans les systèmes de gestion de triplets (RDF), et d'arbres (XML), seront aussi étudiés.

Les approches New SQL qui ne remettent pas en cause le choix du relationnel et du SQL en arguant de leur efficacité seront également explorées. L'idée ici est de s'affranchir autant que possible des effets des mécanismes de verrouillage qui alourdissent la gestion des données dans des environnements multi-utilisateurs.

- SGBDs NO (Not Only) SQL offrant des alternatives aux SGBDR : système clé/valeur, à accès par colonne ex. HBase, document ex. MongoDB ou graphe ex. Neo4J
- SGBDs NewSQL : ex. VoltDb

- TripleStore RDF : ex. SDB, TDB et Sparql EndPoint : ex. Parliament
- XML : systèmes XML-natifs vs. XML-relationnels, persistance vs. évaluation en mémoire vive
- Benchmarking (jeu d'essai) et comparaison des différents systèmes.

Prérequis : BDA, Web sémantique et social, Technologies du Web : Présentation des données

MCC : 100% CC

S3 : Traitement de données à grande échelle

Resp. : E. Pacitti

Heures : 45H (18H C / 27H TD)

L'objectif de ce module est de comprendre les principes et les fondements des systèmes de gestion de données distribués et parallèles à grande échelle, notamment pour le big data.

- Rappels BD distribuées : architectures, intégration de données, traitement de requêtes, transactions, réplication, tolérance aux pannes.
- Gestion de données parallèles : big data, partitionnement des données, traitement de requêtes parallèles, équilibrage de charge, réplication et « failover », analyse de données.
- Systèmes de recommandation : prédiction, filtrage collaboratif par contenu, diversification, « top-k », « top-n ».
- Gestion de données P2P : réseaux non structurés, réseaux structurés, réseaux hybrides, requêtes, réplication, applications P2P (recommandation).
- Gestion de données dans le cloud : gestion de fichiers distribués (HDFS), le framework MapReduce, les systèmes NoSQL parallèles.
- Analyse de Big Data : MapReduce, motifs fréquents, clustering, fouille de données massives, fouille de flux de données.
- Recherche d'informations parallèle par contenu : Hachage sensible à la localité, Construction de graphes de similarité avec MapReduce.

Livres de référence:

- Tamer Özsu et Patrick Valduriez. Principles of Distributed Database Systems. 3rd edition, Springer, 2011.
- Esther Pacitti, Reza Akbarinia, Manal El Dick. P2P Techniques for Decentralized Applications. Synthesis Lectures on Data Management, Morgan & Claypool Publishers 2012.

Prérequis : BDA

MCC : 70% CTE, 30% CP

S3 : Théorie des bases de connaissances

Resp. : J.-F. Baget, M.-L. Mugnier

Heures : 39H (13H C / 26H TD)

UE théorique

Ce module est consacré aux formalismes permettant de représenter une base de connaissances et d'effectuer des raisonnements sur ces connaissances, en se focalisant sur le problème d'interrogation de la base. Il s'intéresse aux aspects théoriques essentiellement. Il n'aborde pas les problèmes de modélisation, c'est-à-dire le passage d'un problème concret à une formalisation de ce problème. Le principal problème étudié est l'interrogation de bases de connaissances en présence d'ontologie (OBDA) :

- Présentation du problème (adéquation/complétude, OWA/CWA...)
- complexité/expressivité de différents fragments de FOL (Datalog, DL...)
- Etude de l'extension de ces fragments à diverses sémantiques pour l'interrogation en présence d'incohérences (ASP...)

Prérequis : Bases solides en logique des prédicats

MCC : 100% CTE

S3 : Gestion des connaissances pour l'aide à la décision

Resp. : S. Kaci

Heures : 39H (13H C / 26H TD)

UE théorique

L'objectif de cette UE est d'acquérir des compétences pour la prise de décision en présence d'informations contradictoires et/ou avec priorités.

La prise de décision repose souvent sur des informations imparfaites. L'imperfection peut être due à la présence d'incohérences et/ou d'incertitude/priorité associée aux informations. Le problème de décision se décline alors en (1) un problème de gestion des incohérences où seuls les mondes préférés sont calculés ou (2) un problème d'ordonnement où les mondes sont ordonnés selon leur degré de plausibilité/satisfaction. Ce problème a été largement étudié en intelligence artificielle. Dans la première partie de cette UE, nous présentons et comparons plusieurs méthodes de gestion des incohérences. Dans la deuxième partie, nous présentons et comparons plusieurs formalismes (logiques non-classiques, graphes) qui permettent d'ordonner (de manière complète ou partielle) l'ensemble des mondes. Dans la troisième partie de cette UE, nous approfondissons le problème de gestion des incohérences en étudiant la révision des croyances et la fusion d'informations. L'incohérence dans la révision des croyances est due à la considération d'une nouvelle croyance qui contredit, souvent, les anciennes croyances. Il s'agit donc de déterminer un ensemble minimal d'anciennes croyances à supprimer pour rétablir la cohérence. Dans le cas de la fusion d'informations, l'incohérence peut être due à la multiplicité des sources fournissant les informations. Il s'agit alors de définir des opérateurs d'agrégation pour construire un point de vue global de l'ensemble des sources. Nous présentons plusieurs méthodes de gestion des incohérences et de fusion d'informations. Dans la dernière partie de cette UE, nous présentons des applications des méthodes théoriques vues précédemment.

Prérequis : logique propositionnelle (niveau licence)

MCC : 50% CTE, 50% CC

S3 : Extraction de Connaissances Avancées

Resp. : J. Azé, M. Teisseire

Heures : 45H (15H C / 20H TD / 10H TP)

Les 6 premières heures seront consacrées à des rappels d'ECD.

L'extraction de connaissances est un processus complexe qui permet à partir d'un grand ensemble de données d'extraire des connaissances qui s'avèrent utiles pour le décideur. L'objectif de ce module est de dresser un panorama des approches de fouilles de données les plus récentes qui s'intéressent à la complexité des données. En effet, aujourd'hui de nouvelles données sont disponibles et possèdent une complexité inhérente (données semi structurées, multi-dimensionnelles, disponibles à différents niveaux de granularité, incomplètes, disponibles de manière continue, de plus en plus volumineuses, réparties..) et il est indispensable de proposer de nouvelles approches adaptées. Ces dernières seront présentées lors du cours. En outre, l'extraction de connaissances est un élément indispensable pour faire de l'aide à la décision. Dans ce module, nous nous intéresserons ainsi à des problématiques métiers et des enjeux sociétaux liés à des données réelles, notamment médicales et environnementales.

Prérequis : ECD fortement conseillé

MCC : CTE 50%, 50% CP

S3 : Intelligence Artificielle pour le langage naturel

Resp. : M. Lafourcade, J.-P. Prost

Heures : 39H (13H C / 26H TD)

UE théorique

Le langage naturel est sans conteste le vecteur de communication le plus puissant et le plus sophistiqué dont nous disposons. Lorsqu'il est véhiculé par un support numérique, son exploitation requiert la mise en œuvre de stratégies spécifiques, tant du point de vue de la représentation des connaissances, que d'un point de vue algorithmique. Ce module concerne l'étude de ces stratégies, dites de Traitement Automatique du Langage Naturel (TAL, ou TALN). Le but ultime du TAL, qui est à l'origine même de l'Intelligence Artificielle, est

l'émulation des compétences et performances langagières humaines, à savoir la compréhension et la génération de langage naturel, que ce soit à l'écrit ou à l'oral.

L'objet de ce module est donc d'introduire certaines des thématiques de recherche actuelles pour le TAL. Il s'intéresse notamment à des questions relatives au raisonnement, à l'apprentissage, à la gestion de la complexité algorithmique à l'aide de méta-heuristiques, etc. Il aborde également des sujets d'actualité, tels que recherche d'information textuelle, analyse de sentiments et d'opinions, etc.

Le cours s'organise autour des grands chapitres suivants :

- buts et objectifs de la recherche en TAL
- méthodologies et évaluation en linguistique computationnelle
- analyse de texte et systèmes multi-agents
- acquisition et inférence dans les grands réseaux lexico-sémantiques
- satisfaction de contraintes pour le TAL
- modèles logiques pour le langage naturel

MCC : 100% CTE

S3 : Administration de bases de données

Offerte par IPS mais également cœur DECOL

Resp. : I. Mougenot

Heures : 48H (15H C / 18H TD / 15H TP)

Le module est centré sur l'apprentissage du métier d'administrateur de base de données. L'importance est donnée à la performance des accès et à la sécurité des données dans des environnements transactionnels concurrents. Les SGBD relationnels sont abordés en priorité. Différentes notions seront enseignées :

- sécurité : déclencheurs (programmation événementielle) et surcouche procédurale (PL/SQL Oracle), quelques pratiques malveillantes : sql injection, rootkit
- optimisation : organisation physique des fichiers, index et mécanismes facilitateurs d'accès, optimisation des requêtes : plan de requête, optimiseur de coût
- mécanismes transactionnels : propriétés d'une transaction, mécanismes de verrouillage et de journalisation
- supervision, contrôle : vues du méta-schéma : statiques et dynamiques, définition de fonctions de contrôle et de supervision à partir des métadonnées
- gestion des espaces de stockage, archivage

Exercices pratiques SE Linux, Windows et SGBD Oracle, Postgres, Mysql

Prérequis : Modèle relationnel (niveau L)

MCC : 67%CTE, 33% CP