

## Information générale

<b>Objectifs</b>	
<b>Responsable(s)</b>	SINOQUET CHRISTINE OFFMANN BERNARD
<b>Mention(s) incluant ce parcours</b>	master Bio-informatique
<b>Lieu d'enseignement</b>	
<b>Langues / mobilité internationale</b>	
<b>Stage / alternance</b>	
<b>Poursuite d'études / débouchés</b>	
<b>Autres renseignements</b>	
<b>Conditions d'obtention de l'année</b>	L'année est validée si la partie théorique est validée en première ou deuxième session (moyenne supérieure ou égale à 10/20) et si l'UE correspondant au stage est également validée avec une note supérieure ou égale à 10/20.

## Programme

1 <sup>er</sup> SEMESTRE	Code	ECTS	CM	CI	TD	TP	Distanciel	Total
<b>Groupe d'UE : Tronc commun (30 ECTS)</b>								
Advanced algorithmics and programming for biologists (X3BI010)	913 18 MA 3 INF UE 038	5	32	0	8	0	4.5	44.5
Programmation orientée objet pour les biologistes (X3BI020)	913 18 MA 3 INF UE 040	6	16	0	12	16	5	49
Models, methods and algorithms for bioinformatics (X3BI030)	913 18 MA 3 INF UE 039	5	22	0	8	10	4.5	44.5
Langages de script pour la bioinformatique (X3BI040)	913 18 MA 3 INF UE 048	3	4	0	10	4	2	20
Avancées scientifiques en bioinformatique (X3BI050)	913 18 MA 3 INF UE 050	2	14.67	0	0	0	2.33	17
Bioinformatique appliquée 1 : NGS, épigénétique (X3BI060)	913 18 MA 3 INF UE 042	5	18	0	6	12	4	40
Bioinformatique appliquée 2 : projet (X3BI070)	913 18 MA 3 INF UE 1509	4	0	0	0	32	3	35
	<b>Total</b>	30						

2 <sup>ème</sup> SEMESTRE	Code	ECTS	CM	CI	TD	TP	Distanciel	Total
<b>Groupe d'UE : Tronc commun (27 ECTS)</b>								
Gestion et stockage des mégadonnées (X4BI010)	913 18 MA 4 INF UE 045	5	16	0	16	8	4	44
Data science for bioinformatics (X4BI020)	913 18 MA 4 INF UE 043	4	13.33	0	0	12	2.67	28
Stage (X4BI050)	913 18 MA 4 INF UE 047	18	0	0	0	0	0	0
<b>Groupe d'UE : Option M2 Bioinfo S4 (3 ECTS)</b>								
Systems biology (X4BI030)	913 18 MA 4 INF UE 1916	3	9.33	0	0	16	2.67	28
Structural bioinformatics level 3 (X4BI040)	913 18 MA 4 INF UE 041	3	9.33	0	0	16	2.67	28
	<b>Total</b>	30						

## Modalités d'évaluation

X3BI010 Advanced algorithmics and programming for biologists		Nb d'ECTS	5						
		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>				
<b>REGIME</b>	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Total coef</b>	
<b>Ordinaire</b>	1	3	2	0	0	0	0	5	
	2	0	1	0	4	0	0	5	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	1	0	4	0	0	5	
	2	0	1	0	4	0	0	5	

(1) Note de contrôle continu résultant éventuellement de plusieurs notes d'évaluations sur table.  
(2) Absence non justifiée médicalement à une évaluation : note 0  
(3) Absence justifiée médicalement à une évaluation sur table : étudiant convoqué à une évaluation sur table ou à un oral organisés spécifiquement.

X3BI020 Programmation orientée objet pour les biologistes		Nb d'ECTS	6						
		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>				
<b>REGIME</b>	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Total coef</b>	
<b>Ordinaire</b>	1	3.6	2.4	0	0	0	0	6	
	2	0	1.2	0	4.8	0	0	6	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	1.2	0	4.8	0	0	6	
	2	0	1.2	0	4.8	0	0	6	

(1) Note de contrôle continu résultant éventuellement de plusieurs notes d'évaluations sur table.  
(2) Absence non justifiée médicalement à une évaluation : note 0  
(3) Absence justifiée médicalement à une évaluation : étudiant convoqué à une évaluation sur table ou à un oral organisés spécifiquement.

X3BI030 Models, methods and algorithms for bioinformatics		Nb d'ECTS	5						
		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>				
<b>REGIME</b>	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Total coef</b>	
<b>Ordinaire</b>	1	3	2	0	0	0	0	5	
	2	0	1	0	4	0	0	5	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	1	0	4	0	0	5	
	2	0	1	0	4	0	0	5	

(1) Note de contrôle continu résultant éventuellement de plusieurs notes d'évaluations sur table.  
(2) Absence non justifiée médicalement à une évaluation : note 0  
(3) Absence justifiée médicalement à une évaluation : étudiant convoqué à une évaluation sur table ou à un oral organisés spécifiquement.

X3BI040 Langages de script pour la bioinformatique		Nb d'ECTS	3						
		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>				
<b>REGIME</b>	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Total coef</b>	
<b>Ordinaire</b>	1	1.8	1.2	0	0	0	0	3	
	2	0	0.6	0	2.4	0	0	3	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0.6	0	2.4	0	0	3	
	2	0	0.6	0	2.4	0	0	3	

(1) Note de contrôle continu résultant éventuellement de plusieurs notes d'évaluations sur table.  
(2) Absence non justifiée médicalement à une évaluation : note 0  
(3) Absence justifiée médicalement à une évaluation : étudiant convoqué à une évaluation sur table ou à un oral organisés spécifiquement.

X3BI050 Avancées scientifiques en bioinformatique		Nb d'ECTS	2						
		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>				
<b>REGIME</b>	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Total coef</b>	
<b>Ordinaire</b>	1	0	2	0	0	0	0	2	
	2	0	2	0	0	0	0	2	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	2	0	0	0	0	2	
	2	0	2	0	0	0	0	2	

(1) Note de contrôle continu résultant éventuellement de plusieurs notes d'évaluations sur table.  
(2) Absence non justifiée médicalement à une évaluation : note 0  
(3) Absence justifiée médicalement à une évaluation : étudiant convoqué à une évaluation sur table ou à un oral organisés spécifiquement.

X3BI060 Bioinformatique appliquée 1 : NGS, épigénétique	Nb d'ECTS	5							
		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>				
<b>REGIME</b>	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Total coef</b>	
<b>Ordinaire</b>	1	3.75	0	1.25	0	0	0	5	
	2	0	0	1.25	3.75	0	0	5	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0	0	5	0	0	5	
	2	0	0	0	5	0	0	5	
CC sur les cours, note de présentation orale, exercices en distanciel (1) Note de contrôle continu résultant éventuellement de plusieurs notes d'évaluations sur table. (2) Absence non justifiée médicalement à une évaluation : note 0 (3) Absence justifiée médicalement à une évaluation : étudiant convoqué à une évaluation sur table ou à un oral organisés spécifiquement.									

X3BI070 Bioinformatique appliquée 2 : projet	Nb d'ECTS	4							
		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>				
<b>REGIME</b>	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Total coef</b>	
<b>Ordinaire</b>	1	1	1	2	0	0	0	4	
	2	1	1	0	0	0	2	4	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	1	1	2	0	0	0	4	
	2	1	1	2	0	0	0	4	
Note 1 : Présentation orale de la stratégie expérimentale (en anglais) Note 2 : autonomie, organisation, comportement lors de la réalisation du projet Note 3 : rapport écrit exposant le bilan du projet Note 4 : présentation orale du projet									

X4BI010 Gestion et stockage des mégadonnées	Nb d'ECTS	5							
		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>				
<b>REGIME</b>	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Total coef</b>	
<b>Ordinaire</b>	1	3	2	0	0	0	0	5	
	2	0	1	0	4	0	0	5	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	1	0	4	0	0	5	
	2	0	1	0	4	0	0	5	
(1) Note de contrôle continu résultant éventuellement de plusieurs notes d'évaluations sur table. (2) Absence non justifiée médicalement à une évaluation : note 0 (3) Absence justifiée médicalement à une évaluation : étudiant convoqué à une évaluation sur table ou à un oral organisés spécifiquement.									

X4BI020 Data science for bioinformatics	Nb d'ECTS	4							
		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>				
<b>REGIME</b>	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Total coef</b>	
<b>Ordinaire</b>	1	0	4	0	0	0	0	4	
	2	0	4	0	0	0	0	4	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	4	0	0	0	0	4	
	2	0	4	0	0	0	0	4	
(1) Note de contrôle continu résultant éventuellement de plusieurs notes d'évaluations sur table. (2) Absence non justifiée médicalement à une évaluation : note 0 (3) Absence justifiée médicalement à une évaluation : étudiant convoqué à une évaluation sur table ou à un oral organisés spécifiquement.									

X4BI050 Stage	Nb d'ECTS	18							
		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>				
<b>REGIME</b>	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Total coef</b>	
<b>Ordinaire</b>	1	6	6	6	0	0	0	18	
	2	6	6	6	0	0	0	18	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	6	6	6	0	0	0	18	
	2	6	6	6	0	0	0	18	
Note finale calculée comme suit : Note relative au travail du stagiaire - coefficient 1/3 Note de mémoire de soutenance - coefficient 1/3 Note relative à la soutenance de stage - coefficient 1/3 <b>Cas de poursuite en thèse</b> Le stage se déroulant de mi-mars à fin août, les étudiants souhaitant déposer un dossier de candidature en thèse obtiennent une attestation où figure une évaluation du stage en cours, ce qui leur permet de candidater auprès des écoles doctorales dès le mois de juin/juillet.									

X4BI030 Systems biology	Nb d'ECTS	3							
		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>				
<b>REGIME</b>	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Total coef</b>	
<b>Ordinaire</b>	1	1.8	1.2	0	0	0	0	3	
	2	0	0.6	0	2.4	0	0	3	
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0.6	0	2.4	0	0	3	
	2	0	0.6	0	2.4	0	0	3	

X4BI040 Structural bioinformatics level 3		Nb d'ECTS		3				
		<b>Contrôle continu</b>			<b>Examen</b>			
<b>REGIME</b>	<b>Session</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Ecrit</b>	<b>Pratique</b>	<b>Oral</b>	<b>Total coef</b>
<b>Ordinaire</b>	1	1.8	1.2	0	0	0	0	3
	2	0	0.6	0	2.4	0	0	3
<b>Dispensé d'assiduité</b>	1	0	0.6	0	2.4	0	0	3
	2	0	0.6	0	2.4	0	0	3
(1) Note de contrôle continu résultant éventuellement de plusieurs notes d'évaluations sur table. (2) Absence non justifiée médicalement à une évaluation : note 0 (3) Absence justifiée médicalement à une évaluation : étudiant convoqué à une évaluation sur table ou à un oral organisés spécifiquement.								

## Description des UE

913 18 MA 3 INF UE 038	<b>Advanced algorithmics and programming for biologists (X3BI010)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Advanced algorithmics and programming for biologists (X3BI010)
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	SINOQUET CHRISTINE
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requise(s)	Les deux UE d'algorithmique et de programmation du M1 Bioinformatique / Biostatistique de l'Université de Nantes, ou l'équivalent de ces deux UE.
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Bioinformatique pour les biologistes, M2 Ingénierie bioinformatique
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de cet enseignement, les étudiants</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- auront revu de façon approfondie les structures de données classiques (listes, piles, files) ainsi que le principe de leur gestion, et connaîtront le principe des tables de hachage, ainsi que le principe de leur gestion et utilisation</li> <li>- auront assimilé les notions de complexité temporelle et spatiale d'un algorithme, sauront évaluer les complexités au pire dans des cas simples</li> <li>- sauront écrire toute variante classique d'un algorithme de parcours de liste, connaîtront le principe de quelques algorithmes de tri d'un vecteur, ainsi que celui de la recherche dans un vecteur trié, et sauront implémenter en C les algorithmes correspondants</li> <li>- auront revu de façon approfondie les notions de procédure et fonction, les différentes modalités de passage de paramètres, auront compris le principe de la récursivité et sauront mettre en oeuvre en C toutes ces notions</li> <li>- connaîtront des structures de données avancées (arbres binaires, arbres, arbres de recherche, graphes) ainsi que les algorithmes classiques d'utilisation ou de parcours de ces dernières structures et sauront mettre en oeuvre en C toutes ces notions</li> <li>- auront assimilé dans leurs grandes lignes le principe des méthodes exactes et heuristiques de recherche de solution optimale ou sous-optimale relevant de l'optimisation combinatoire (méthodes constructives (dont le branch-and-bound et la programmation dynamique), méthodes perturbatives)</li> <li>- seront capables d'implémenter en C un projet mettant en oeuvre une partie de ces notions et choisi pour illustrer un cas d'application en bioinformatique, sur un problème de taille significative</li> </ul>

Contenu	<p><b>Cours</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Retour et compléments sur listes, piles, files</li> <li>• Algorithmes de parcours de listes</li> <li>• Algorithmes de tri d'un vecteur, algorithmes de recherche dans un vecteur trié</li> <li>• Procédures et fonctions, passage de paramètres, récursivité</li> <li>• Arbres, arbres binaires, arbres binaires de recherche</li> <li>• Elements de complexité</li> <li>• Eléments sur les graphes et la combinatoire</li> <li>• Algorithmes de parcours d'arbres et de graphes</li> <li>• Analyse du principe de quelques algorithmes classiques relevant du domaine de la théorie des graphes (parcours de graphe, recherche de plus court chemin, recherche d'un arbre couvrant de poids minimal, optimisation par principe de séparation-évaluation de la durée de recherche d'une solution exacte dans un arbre de solutions...)</li> <li>• Introduction à la programmation dynamique au travers d'une étude de cas</li> <li>• Optimisation combinatoire - méta-heuristiques appliquées à la bio-informatique (exemples illustrant les méthodes perturbatives (par voisinages de solutions (descente, recuit-simulé, méthode Tabou, algorithmes génétiques, algorithmes mémétiques ...)) et les méthodes constructives (algorithme glouton, programmation dynamique, optimisation par colonie de fourmis ...))</li> </ul> <p><b>Travaux dirigés</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poursuite de l'apprentissage de la programmation en langage C</li> <li>• Fin d'acquisition du savoir-faire relatif à la gestion des pointeurs et de l'allocation dynamique en C - comparaison avec le C++</li> </ul> <p><b>Travaux pratiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implémentation d'une application de taille significative du domaine de la bio-informatique (sous la forme d'un projet mené pendant un semestre, utilisant des structures de données complexes, allouées de façon dynamique (par exemple, listes à plusieurs niveaux, comportant des données hétérogènes...)).</li> </ul> <p>Les sujets ciblés en TP ressortent obligatoirement d'une thématique propre à la Biologie, la Génomique, la Post-Génomique, la Médecine, la Santé, l'Agronomie ... Ce projet est commun à l'UE Models, methods and algorithms for bioinformatics.</p>
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	<b>TOTAL : 40h Répartition : CM : 32h TP : 0h TD : 8h CI : 0h</b>
Enseignement à distance	oui (4.5h)
Bibliographie	

<b>913 18 MA 3 INF UE 040</b>	<b>Programmation orientée objet pour les biologistes (X3BI020)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Programmation orientée objet pour les biologistes (X3BI020)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	OUSSALAH CHABANE QUEUDET AUDREY
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requise(s)	Les deux UE d'algorithmique et de programmation du Master 1 Bioinformatique / Biostatistique de l'Université de Nantes, ou des UE équivalentes.
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Bioinformatique pour les biologistes, M2 Ingénierie bioinformatique
<b>Programme</b>	

Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de ce cours, les étudiants doivent être capables de modéliser un système selon une approche objet et être capables ensuite de le programmer en utilisant un langage objet tel que Java ou C++. De façon plus précise, ils doivent :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- comprendre les concepts élémentaires de programmation orientée objet (POO)</li> <li>- être capables de comprendre les concepts objet indépendamment de tout langage de programmation, de toute méthode de conception</li> <li>- analyser un problème et le décomposer pour mieux le traiter</li> <li>- être capables de maîtriser les notions de classes, instances, méthodes, héritage, hiérarchie de généralisation/spécialisation, redéfinition, surdéfinition, polymorphismes</li> <li>- être capables de lire et comprendre du code objet (C++/Java)</li> <li>- être capables de développer en C++ et/ou Java</li> </ul>
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>présentation de l'approche objet et des principaux domaines d'applications</i></li> <li>• <i>présentation des concepts de la programmation par objets</i></li> <li>• <i>notions d'abstraction</i></li> <li>• <i>modularité et encapsulation</i></li> <li>• <i>présentation des concepts de classes, d'instances, méthodes, interface et implémentation</i></li> <li>• <i>mécanismes d'instanciation et d'héritage</i></li> <li>• <i>notions de redéfinition, surdéfinition, polymorphisme</i></li> <li>• <i>applications des concepts à C++ et Java</i></li> </ul> <p><i>Les sujets ciblés en TP ressortent obligatoirement d'une thématique propre à la Biologie, la Génomique, la Post-Génomique, la Médecine, la Santé, l'Agronomie ...</i></p>
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 44h Répartition : <b>CM</b> : 16h <b>TP</b> : 16h <b>TD</b> : 12h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	oui (5h)
Bibliographie	

<b>913 18 MA 3 INF UE 039</b>	<b>Models, methods and algorithms for bioinformatics (X3BI030)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Models, methods and algorithms for bioinformatics (X3BI030)
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	SINOQUET CHRISTINE
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	Les deux UE d'algorithmique et de programmation du Master 1 Bioinformatique / Biostatistique de l'Université de Nantes, ou des UE équivalentes.
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Bioinformatique pour les biologistes, M2 Ingénierie bioinformatique
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A l'issue de ces enseignements, les étudiants</li> <li>- auront assimilé les principes régissant les algorithmes et méthodes classiques utilisées dans les divers champs de la bioinformatique : analyse et comparaison de séquences biologiques (variantes d'algorithmes de recherche de motifs, alignement de deux séquences, alignement multiple de séquences, heuristiques d'alignement d'une séquence contre les séquences d'une base de données), reconstruction phylogénétique moléculaire, inférence d'haplotypes à partir de génotypes, prédiction de gènes, inférence de données biologiques manquantes, prédiction de structures secondaires d'ARN</li> <li>- seront capables d'implémenter en C un projet de développement complet, adapté pour illustrer l'un de ces algorithmes de la bioinformatique, sur un problème de taille significative,</li> </ul>



Contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Objectif 1</b> connaître les principes algorithmiques mis en oeuvre par les logiciels disponibles sur les plateformes bio-informatiques disponibles sur Internet, pour en finir avec l'utilisation en "boîte noire"</li> <li>• <b>Objectif 2</b> acquérir des références sur les divers types possibles de résolution de problèmes de bioinformatique ; renforcer ses connaissances sur les limites et la faisabilité d'une méthode à adapter ou créer</li> <li>• <b>Objectif 3</b> comprendre certains des algorithmes et méthodes relevant de la combinatoire et de l'optimisation combinatoire, lorsqu'ils sont appliqués au domaine de la bioinformatique, grâce à des exemples concrets d'application des graphes (parcours de graphe, recherche de plus court chemin, recherche d'un arbre couvrant de poids minimal, optimisation par principe de séparation-évaluation de la durée de recherche d'une solution exacte dans un arbre de solutions...)</li> </ul> <p><b>Programme détaillé</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse et comparaison de séquences biologiques</li> <li>• Recherche de motifs, extraction de motifs (méthodes exactes, approchées (illustration d'une méthode stochastique))</li> <li>• Prédiction de promoteurs</li> <li>• Alignements de séquences (programmation dynamique), alignements multiples</li> <li>• Heuristiques Blast1, Blast2, Psi-Blast et FASTA</li> <li>• Phylogénie moléculaire (méthodes de distances (UPGMA, Tversky, Neighbor-Joining), méthodes par maximum de parcimonie (et leurs variantes), méthodes probabilistes (par estimation du maximum de vraisemblance))</li> <li>• Traitement des données de puces à ADN, ChIP-chip</li> <li>• Traitement de données de génotypage SNPs, inférence de données manquantes dans de grands tableaux de marqueurs génétiques (SNPs)</li> <li>• Mise en évidence de facteurs génétiques responsables de maladies, études d'association génotype-phénotype à l'échelle du génome (GWAS)</li> <li>• Prédiction de gènes</li> <li>• Inférence d'haplotypes à partir de génotypes</li> <li>• Séquençage</li> <li>• Carthographie</li> <li>• Comparaison de génomes</li> <li>• Prédiction de structures secondaires d'ARN, prédiction de structures de protéine</li> </ul> <p><b>Travaux pratiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implémentation d'une application de taille significative du domaine de la bio-informatique (sous la forme d'un projet mené pendant un semestre, utilisant des structures de données complexes, allouées de façon dynamique (par exemple, listes à plusieurs niveaux, comportant des données hétérogènes...))</li> </ul> <p>Les sujets ciblés en TP ressortent obligatoirement d'une thématique propre à la Biologie, la Génomique, la Post-Génomique, la Médecine, la Santé, l'Agronomie ... Ce projet est commun à l'UE Advanced algorithmics and programming for biologists.</p>
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	<b>TOTAL : 40h Répartition : CM : 22h TP : 10h TD : 8h CI : 0h</b>
Enseignement à distance	oui (4.5h)
Bibliographie	

<b>913 18 MA 3 INF UE 048</b>	<b>Langages de script pour la bioinformatique (X3BI040)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Langages de script pour la bioinformatique (X3BI040)
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu d'enseignement	UFR Sciences et Techniques
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	EVEILLARD DAMIEN
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requise(s)	L'UE Langages de scripts du Master 1 Bioinformatique / Biostatistique de l'Université de Nantes, ou une UE équivalente.
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Bioinformatique pour les biologistes, M2 Génétique, Génomique & Biologie des Systèmes (GGBS), M2 Ingénierie bioinformatique

Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>Au terme de l'enseignement, l'étudiant devra :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- être capable de modéliser un problème biologique ;</li> <li>- être capable de choisir le langage script approprié ;</li> <li>- maîtriser la lecture et l'écriture d'informations bioinformatiques structurées en fichiers texte (FASTA, PDB) ;</li> <li>- maîtriser les ruptures de séquentialité en script ;</li> <li>- maîtriser les procédures et les fonctions en script ;</li> <li>- avoir une bonne pratique dans la gestion des scripts (organisation de bibliothèques) ;</li> <li>- maîtriser les fonctionnalités de base de script pour traitement massif des données biologiques (séquences et matricielles) ;</li> <li>- avoir une bonne pratique en langage Python et PERL.</li> </ul>
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Objectif 1</b> savoir écrire des pipelines de traitement automatisé de données biologiques</li> <li>• <b>Objectif 2</b> savoir intégrer diverses applications, dont des logiciels extérieurs, dans un pipeline de traitement automatisé</li> </ul> <p><b>Programme détaillé</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prise en main des langages de script Python et PERL</li> <li>• Approche impérative</li> <li>• Approche objet, conception de modules</li> <li>• Principales bibliothèques en bioinformatique (Bioperl et Biopython)</li> <li>• Requêtes CGI</li> <li>• Application sur un cas pratique relevant du domaine de la bioinformatique</li> </ul>
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	<b>TOTAL : 18h Répartition : CM : 4h TP : 4h TD : 10h CI : 0h</b>
Enseignement à distance	oui (2h)
Bibliographie	

913 18 MA 3 INF UE 050	Avancées scientifiques en bioinformatique (X3BI050)
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Avancées scientifiques en bioinformatique (X3BI050)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	OFFMANN BERNARD
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Bioinformatique pour les biologistes
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de cette UE, l'étudiant aura assisté à une série de séminaires présentant divers cas de mise en oeuvre d'approches bioinformatiques, sur le spectre le plus divers possible. Il aura exercé ses facultés d'analyse et son esprit critique lors de la rédaction d'un mémoire sur le sujet traité lors d'un de ces séminaires.

Contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Objectif 1</b> En plus d'une acquisition de connaissances et de savoir-faire, cette UE permettra de prendre de la distance, pour de futurs bio-informaticiens, sur des cas concrets, aux travers des interventions de divers acteurs de la recherche en bio-informatique issus des domaines de la biologie animale, de la biologie végétale, de la recherche biomédicale, de la recherche dans le domaine de l'environnement (exemple, mer), de la bioinformatique structurale.</li> <li>• <b>Objectif 2</b> Grâce aux illustrations apportées par les acteurs intervenant dans cet UE, les étudiants s'entraîneront à la pratique de l'argumentation, de la motivation des choix, de la défense d'une approche mise en oeuvre et à la comparaison avec d'autres méthodes.</li> </ul>
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	<b>TOTAL : 14.67h Répartition : CM : 14.67h TP : 0h TD : 0h CI : 0h</b>
Enseignement à distance	oui (2.33h)
Bibliographie	

<b>913 18 MA 3 INF UE 042</b>	<b>Bioinformatique appliquée 1 : NGS, épigénétique (X3BI060)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Bioinformatique appliquée 1 : NGS, épigénétique (X3BI060)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	UFR Sciences et Techniques
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	CARIO-TOUMANIANTZ CHRYSTELLE LE SCOUARNEC SOLENA
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	<b>UE Technologies Omics de M1 ou équivalent</b>
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Bioinformatique pour les biologistes, M2 Génétique, Génomique & Biologie des Systèmes (GGBS), M2 Ingénierie bioinformatique
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>Au terme de cet enseignement, l'étudiant identifiera et intégrera un nouveau niveau de modulation de l'expression des gènes, l'épigénétique, sous la forme de cours théoriques et de conférences scientifiques. Il saura définir et décrire :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) les processus de méthylation de l'ADN ;</li> <li>2) les modifications post-traductionnelles des histones ;</li> <li>3) les rôles des ARNs non-codants ;</li> <li>4) évaluer les conséquences de ces mécanismes sur l'expression des gènes et leurs implications en physiopathologie. L'étudiant saura également identifier et décrire les méthodes d'analyse des modifications épigénétiques.</li> </ol> <p>Par la résolution de travaux pratiques, l'étudiant saura utiliser des outils permettant l'analyse des données brutes issues de différentes applications du séquençage NGS (Next-Generation Sequencing) : DNA-Seq, RNA-Seq, Methyl-Seq et/ou ChIP-Seq.</p> <p>Par la réalisation d'exposés en groupe et en anglais, l'étudiant se perfectionnera à la démarche scientifique, aiguisera ses compétences de synthèse et de sens critique, partagera et échangera des informations avec ses collègues, retransmettra les objectifs et résultats principaux extraits d'articles scientifiques. Il se perfectionnera à la diffusion de connaissance en langue anglaise.</p>

Contenu	<p><b>CM épigénétique (5h20)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction/histoire de l'épigénétique</li> <li>- les modifications de l'ADN</li> <li>- les modifications des histones</li> <li>- les ARN Non Codants : introduction</li> <li>- Méthodes d'analyse des modifications épigénétiques</li> </ul> <p><b>Points spéciaux en épigénétique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les miRNA (4h)</li> <li>- La famille des ARN non-codants (2x1h20)</li> </ul> <p><b>CM DNA-seq (2h20)</b>  <b>CM CNV (2H)</b>  <b>CM RNA-seq (1h20)</b></p> <p><b>TD analyses et présentations d'articles scientifiques (6H)</b></p> <p><b>TP analyses de données NGS (4x3h)</b></p> <p>Enseignement en distanciel : 4H</p>
Méthodes d'enseignement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interactivité dans les cours</li> <li>- Pédagogie inversée via la recherche, préparation, présentation de thèmes stratégiques et complémentaires du cours par les étudiants</li> <li>- Pratique par la manipulation des outils informatiques et la consultation de bases de données spécialisées</li> </ul>
Volume horaire total	<b>TOTAL : 36h Répartition : CM : 18h TP : 12h TD : 6h CI : 0h</b>
Enseignement à distance	oui (4h)
Bibliographie	

913 18 MA 3 INF UE 1509	Bioinformatique appliquée 2 : projet (X3BI070)
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Bioinformatique appliquée 2 : projet (X3BI070)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	UFR Sciences et Techniques
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	TOUMANIANTZ GILLES EVEILLARD DAMIEN
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requise(s)	<b>UE Technologies Omics de M1 ou équivalent</b>
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Génétique, Génomique & Biologie des Systèmes (GGBS), M2 Bioinformatique pour les biologistes
<b>Programme</b>	

Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de ce module d'enseignement et sous la forme d'un projet de recherche à développer en groupe, l'étudiant saura</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. utiliser et exploiter les principales banques de données en biologie de façon autonome,</li> <li>2. créer des réseaux d'interactions génomiques/métaboliques/cellulaires</li> <li>3. déduire des hypothèses de fonctionnement/signalisation cellulaire ou moléculaire.</li> </ol> <p>L'étudiant exposera la stratégie de travail élaborée par son équipe, démontrera la pertinence de leurs choix et la faisabilité du projet lors d'une présentation orale en Anglais. Au terme de ce module, l'étudiant synthétisera les résultats obtenus sous la forme d'un rapport écrit et exposera et discutera ses conclusions lors d'une présentation orale.</p> <p>L'étudiant saura adapter les méthodes, les concepts et théories acquis dans cette UE dans tous les domaines biologiques de son intérêt : santé, biologie marine, environnement, biologie végétale, agroalimentaire.</p> <p>Pour le parcours Ingénierie Bioinformatique, le projet est déclinable dans un contexte adapté à l'entreprise d'accueil (sous réserve d'acceptation par les responsables d'UE). Pour les parcours Bioinformatique pour les Biologistes / Génétique, Génomique et Biologie des Systèmes, le projet peut être décliné en fonction du projet professionnel spécifique de l'étudiant (sous réserve d'acceptation par les responsables de formation et d'UE).</p>
Contenu	<p>A partir d'un projet de recherche choisi parmi une sélection, sous la forme de travaux pratiques encadrés, les séances d'enseignement seront basées sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'organisation d'un travail en équipe</li> <li>- l'élaboration d'une stratégie d'analyse</li> <li>- la sélection des outils bioinformatiques appropriés pour cette analyse et leur apprentissage, les tests de leur fonctionnalité</li> <li>- la détermination des avantages/limites de ces outils - comparer les outils</li> <li>- la préparation orale et en anglais de la présentation de la stratégie d'étude sous la forme d'un labmeeting</li> <li>- la réalisation des analyses, la recherche bibliographique</li> <li>- la préparation d'un rapport de projet</li> <li>- la préparation et la présentation orale des résultats obtenus à l'issue du projet</li> </ul>
Méthodes d'enseignement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• interactivité dans les cours</li> <li>• Pédagogie inversée via la recherche, préparation, présentation de thèmes stratégiques et complémentaires du cours par les étudiants</li> <li>• Pratique par la manipulation des outils informatiques et la consultation de bases de données spécialisées</li> </ul>
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 32h Répartition : <b>CM</b> : 0h <b>TP</b> : 32h <b>TD</b> : 0h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	oui (3h)
Bibliographie	

<b>913 18 MA 4 INF UE 045</b>	<b>Gestion et stockage des mégadonnées (X4BI010)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Gestion et stockage des mégadonnées (X4BI010)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	4
Responsable de l'unité d'enseignement	MEKAUCHE ABDELOUAHAB
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	L'UE de bases de données interfacées Web du Master 1 Bioinformatique / Biostatistique de l'Université de Nantes ou une UE équivalente
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Bioinformatique pour les biologistes, M2 Ingénierie bioinformatique
<b>Programme</b>	

Objectifs (résultats d'apprentissage)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- perfectionner la maîtrise de gestionnaire de bases de données,</li> <li>- être capable de proposer des modèles de bases données optimisés pour des problèmes donnés,</li> <li>- savoir utiliser un langage de requêtes procédurales (PL/SQL), être capable d'élaborer des requêtes complexes, en recherchant un optimum d'efficacité,</li> <li>- pouvoir travailler sur des bases de données orientées objet,</li> <li>- acquérir les connaissances pour exploiter les nouveaux outils dédiés au Big Data et apprendre les techniques de stockage, gestion, traitement et analyse des ensembles volumineux de données non structurées,</li> <li>- être capable de sélectionner des entrepôts de Big Data adaptés pour gérer plusieurs ensembles de données,</li> <li>- savoir traiter des ensembles de données volumineux (par exemple avec Hadoop),</li> <li>- savoir interroger des ensembles de données volumineux en temps réel.</li> </ul>
Contenu	<p><b>Programme détaillé</b></p> <p><b>Cours</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compléments sur le modèle relationnel</li> <li>• Définition de relations, contraintes, déclencheurs, vues</li> <li>• Evaluation et optimisation de requêtes</li> <li>• Elaboration de requêtes complexes et optimisation de ces dernières</li> <li>• Gestion des transactions</li> <li>• Contrôle de concurrence</li> <li>• Développement d'applications en bases de données</li> <li>• Eléments sur le modèle client-serveur</li> <li>• JDBC</li> <li>• PL/SQL</li> <li>• Nouveaux outils dédiés au Big Data</li> <li>• Apprentissage des techniques de stockage, gestion, traitement et analyse des ensembles volumineux de données non structurées</li> <li>• Sélection des entrepôts de Big Data adaptés pour gérer plusieurs ensembles de données</li> <li>• Traitement des ensembles de données volumineux (par exemple avec Hadoop)</li> <li>• Interrogation des ensembles de données volumineux en temps réel.</li> </ul> <p><b>Travaux dirigés et travaux pratiques</b></p> <p>Mise en pratique des méthodes et techniques exposées en cours.</p>
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	<b>TOTAL : 40h Répartition : CM : 16h TP : 8h TD : 16h CI : 0h</b>
Enseignement à distance	oui (4h)
Bibliographie	

<b>913 18 MA 4 INF UE 043</b>	<b>Data science for bioinformatics (X4BI020)</b>
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Data science for bioinformatics (X4BI020)
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	4
Responsable de l'unité d'enseignement	SINOQUET CHRISTINE
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Bioinformatique pour les biologistes, M2 Ingénierie bioinformatique
<b>Programme</b>	

Objectifs (résultats d'apprentissage)	- l'étudiant connaîtra le principe et le cadre d'utilisation des techniques classiques le plus couramment utilisées : régression (linéaire, Ridge, LASSO, logistique), classification supervisée (k plus proches voisins, réseaux de neurones, arbres de classification / régression, machines à vecteurs de support) et non supervisée (clustering hiérarchique ascendant, k-means, cartes de Kohonen), découverte de règles d'association. L'étudiant connaîtra le principe de la technique de validation croisée et saura interpréter une courbe ROC. L'étudiant aura mis oeuvre un ensemble de ces méthodes, en complétant en parallèle sa connaissance du langage R.
Contenu	<b>Programme détaillé</b> <b>Cours</b> - Principe et cadre d'utilisation de diverses méthodes de régression (linéaire, Ridge, LASSO, logistique) - Classification supervisée (k plus proches voisins, réseaux de neurones, arbres de classification / régression, machines à vecteurs de support (SVM)) - Evaluation de la puissance prédictive. Technique de validation croisée. Courbe ROC. - Classification non supervisée (clustering hiérarchique ascendant, k-means, cartes de Kohonen) - Découverte de règles d'association. <b>Travaux pratiques</b> Mise en oeuvre d'un ensemble de ces méthodes, en complétant en parallèle sa connaissance du langage R.
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 25.33h Répartition : <b>CM</b> : 13.33h <b>TP</b> : 12h <b>TD</b> : 0h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	oui (2.67h)
Bibliographie	

913 18 MA 4 INF UE 047	Stage (X4BI050)
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Stage (X4BI050)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	4
Responsable de l'unité d'enseignement	SINOQUET CHRISTINE OFFMANN BERNARD
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Bioinformatique pour les biologistes
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	Stage de cinq mois et demi (mi-mars - fin août).
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 0h Répartition : <b>CM</b> : 0h <b>TP</b> : 0h <b>TD</b> : 0h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	non
Bibliographie	

913 18 MA 4 INF UE 1916	Systems biology (X4BI030)
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Systems biology (X4BI030)
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	4
Responsable de l'unité d'enseignement	
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Bioinformatique pour les biologistes
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de cette UE, l'étudiant connaîtra les principaux concepts liés aux interactions moléculaires, ainsi que les principales techniques permettant l'étude des interactions moléculaires. Il aura expérimenté l'utilisation de bases de données d'interactions et d'ontologies. Il connaîtra une typologie des divers types de réseaux biologiques ainsi que les méthodes de reconstruction afférentes, dont il aura mis en oeuvre certaines.
Contenu	<p>Programme détaillé</p> <p>Cours</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interactions moléculaires : cinétique, affinité, thermodynamique</li> <li>• Principales techniques d'étude des interactions biologiques</li> <li>• Prédiction des interactions</li> <li>• Ressources Internet : principales bases de données d'interactions, ontologies</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologie des systèmes</li> </ul> <p>concept de systèmes multi-échelles, aspect de dynamique spatio-temporelle, contexte des réseaux d'interaction (intégration de données)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Typologie des réseaux</li> <li>• Reconstruction des réseaux génétiques et métaboliques</li> </ul> <p>Travaux dirigés et pratiques</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse de divers réseaux d'interactions basée sur des exemples concrets</li> <li>• Interrogation de bases de données d'interactions</li> </ul>
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 25.33h Répartition : <b>CM</b> : 9.33h <b>TP</b> : 16h <b>TD</b> : 0h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	oui (2.67h)
Bibliographie	

913 18 MA 4 INF UE 041	Structural bioinformatics level 3 (X4BI040)
<b>Information générale générales</b>	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Structural bioinformatics level 3 (X4BI040)
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	4



Responsable de l'unité d'enseignement	TELETCHEA STEPHANE OFFMANN BERNARD
<b>Place de l'enseignement</b>	
Unité(s) d'enseignement pré-requise(s)	Les deux UE de bioinformatique structurale du Master 1 Bioinformatique / Biostatistique de l'Université de Nantes, ou des UE équivalentes.
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Bioinformatique pour les biologistes
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>RA spécifiques</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'étudiant devra être capable d'augmenter son expertise des outils de bioinformatique structurale associés à chaque échelle d'un problème biologique pour traiter des cas complexes.</li> <li>- L'étudiant devra savoir analyser et traiter un problème bioinformatique multi-échelle dans le cadre des relations entre séquence-structure et/ou structure-fonction.</li> <li>- L'étudiant, au terme des enseignements prodigués en années 1 et 2, devra savoir évaluer un article en bioinformatique pour décrypter les sous-domaines disciplinaires, les différentes échelles étudiées et comprendre leur lien.</li> <li>- Avec cette formation, l'étudiant saura examiner un problème biologique et évaluer l'apport possible de la bioinformatique structurale, dans une approche globale.</li> </ul> <p>RA générique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'étudiant saura exprimer à l'écrit comme à l'oral de manière synthétique et intelligible une problématique biologique</li> </ul>
Contenu	<p>Programme détaillé</p> <p><b>Cristallographie biologique : approfondissement</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Symétrie cristalline</li> <li>• Diffraction des rayons X par les cristaux</li> <li>• Application à la détermination de l'arrangement spatial des molécules biologiques</li> </ul> <p><b>Bioinformatique 3D : approfondissement</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mécanique moléculaire : champ de forces et énergies d'un système moléculaire</li> <li>• Explorations conformationnelles et optimisations</li> <li>• Dynamique moléculaire</li> <li>• Compréhensions et prédictions fonctionnelles</li> <li>• Analyse des structures 3D : méthodes et outils</li> </ul>
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 25.33h Répartition : <b>CM</b> : 9.33h <b>TP</b> : 16h <b>TD</b> : 0h <b>CI</b> : 0h
Enseignement à distance	oui (2.67h)
Bibliographie	

Dernière modification par ISABELLE BEAUDET, le 2018-07-11 17:25:23