

Voie d'Approfondissement

**Architecte de Services informatiques en Réseaux**

( VAP ASR )

**Directeur de Programme :**

Michel SIMATIC

**Objectifs :**

Les applications et les services informatiques sont de plus en plus fréquemment exécutés sur un ensemble de machines en réseaux, par exemple pour répondre aux exigences en termes de disponibilités et de performance (prise en compte d'un très grand nombre d'utilisateurs simultanés).

Cette évolution profonde s'explique par des avancées en termes de matériel : émergence de terminaux mobiles de nouvelle génération (tels que smartphones), apparition massive d'équipements informatiques communicants (dans le secteur automobile ou la domotique notamment)...

Parallèlement, de nouvelles applications se développent sur ces matériels (travail collaboratif, téléconférence, multimédia, maintenance à distance, commerce électronique, services aux mobiles...). L'architecture logicielle de ces nouvelles applications et de ces nouveaux services en réseaux est radicalement différente de celle des applications monolithiques s'exécutant sur une seule machine ; elle s'appuie sur de nouvelles technologies logicielles (objets répartis, composants téléchargeables, middleware, environnements d'exécution de grappes de PCs).

Dans ce contexte, la voie d'approfondissement ASR a pour objectifs de former des architectes de services informatiques en réseau, c'est-à-dire des ingénieurs disposant des compétences suivantes :

- Conception et développement de services et applications réparties en réseau ;
- Pratique des technologies informatiques de base pour la répartition : programmation système, outils de bas niveau pour les services répartis (sockets, RPC...), algorithmique répartie ;
- Maîtrise des architectures informatiques parallèles hautes performances de type multicoeur/grappe de multicoeurs/accélérateur graphique et des technologies logicielles associées : exploitation de ces architectures et développement d'applications ;
- Pratique des intergiciels (*middleware*) pour la production d'applications réparties en entreprise : CORBA, MOM, Web services, J2EE ;
- Maîtrise du « Web sémantique » et de ses applications : ontologies, techniques XML, métadonnées ;
- Connaissance des enjeux, concepts et outils de l'informatique mobile, ubiquitaire et diffuse.

### **Organisation :**

Cette voie d'approfondissement s'inscrit dans le cycle d'approfondissement du cursus de Télécom SudParis. Elle se compose de six Unités de Valeur (UV) autonomes et cohérentes, programmées dans les semestres S8 et S9. Chaque UV représente une charge de travail total de 90 heures dont 45 heures au maximum en présentiel.

En complément de ces UVs, un projet d'approfondissement dans la thématique de la VAP sera réalisé en binôme ou en trinôme sur la période du semestre S9. Ce projet représente une charge de travail de 225 heures.

### **Programme :**

#### Semestre 8

- CSC4508 : Conception et programmation des systèmes centralisés
- CSC4509 : Algorithmique et communications des applications réparties

#### Semestre 9

- CSC5001 : Systèmes Hautes Performances
- CSC5002 : Intergiciels pour applications réparties
- CSC5003 : Web sémantique et applications
- CSC5004 : Informatique mobile, ubiquitaire et diffuse
- CSC5005 : Projet d'Approfondissement de la VAP ASR

<b>CSC4508</b>	<b>Conception et programmation des systèmes centralisés</b>
<b>Période : S8 / P3</b>	<b>ECTS : 4</b>
	<b>Langue : Français</b>

**Organisation :**

- Heures programmées / Charge Totale : 45/90
- Heures Cours/TD/TP/CF : 0/33/12/0

Les Travaux Dirigés s'effectuent sous la forme de Cours Intégrés : les notions de cours sont présentées avant d'être mises en pratique, en binôme, sur machine. Les travaux pratiques (TP) se décomposent en 6h de manipulations réalisées en binôme et en 6h de manipulations notées réalisées en monôme.

**Evaluation :**

La validation de cette UV est basée sur la notation de deux exercices réalisés (en monôme ou en binôme, au choix des étudiants) en hors présentiel (E1) et sur 2 TPs notés (TP1 et TP2).

Note finale = Moy (1/4 E1 + 3/4 TP1, TP2)

**Objectifs :**

- Maîtrise de l'interaction entre les programmes et le système d'exploitation
- Maîtrise des principes de base de la traduction/compilation de langages informatiques

**Mots clefs :**

Ordonnancement, threads, architecture d'un logiciel serveur, compilation/traduction

**Prérequis :**

- Algorithmique (notions)
- Architectures matérielles (notions)
- Langage C (bonne pratique)
- Unix utilisateur (bonne pratique)

**Programme :**

- Concepts des Systèmes d'exploitation et mise en œuvre sous Linux
  - Interactions entre système multi-tâche et processus
  - Gestion de la mémoire
  - Entrées-sorties
  - Communications inter-processus (IPC)
  - Synchronisation entre processus
  - Threads
  - Architecture d'un logiciel serveur
- Notions sur la compilation/traduction, applications informatiques
  - Notions de vocabulaire, de grammaire
  - Analyses lexicale et syntaxique
  - Expressions régulières

- Automates à états finis
- Principes algorithmiques de reconnaissance

### **Supports de cours et bibliographie :**

Supports de cours :

- « Concepts des Systèmes d'exploitation et mise en œuvre sous Linux » (transparents commentés)
- « Notions sur la traduction, applications informatiques » (transparents commentés)

Bibliographie :

- C. Blaess. *Programmation système en C sous Linux : signaux, processus, threads, IPC et sockets, 2è Édition*. Eyrolles, Paris, Paris, France, 2005.
- J.M. Rifflet. *La programmation sous UNIX, 3è Édition*. Ediscience International, Paris, France, 1995.
- D. Guine, H.E. Bal, C.J.H. Jacobs, K.G. Langendoen. *Compilateurs*. Dunod, Paris, France, 2002
- J.E.F. Friedl. *Mastering Regular Expressions, Perl, .NET, Java and more*. O'Reilly, 2002.

### **Responsable :**

Michel Simatic ( michel.simatic@it-sudparis.eu ) / Dr. François Trahay ( francois.trahay@it-sudparis.eu )

### **Intervenants :**

- Dr. François Meunier : Maître de Conférences, Télécom SudParis
- Dr. Frédérique Silber-Chaussumier : Maître de Conférences, Télécom SudParis
- Michel Simatic : Directeur d'Études, Télécom SudParis
- Dr. François Trahay : Maître de Conférences, Télécom SudParis

## **CSC4509      Algorithmique et communications des applications réparties**

**Période :** S8 / P4

**ECTS :** 4

**Langue :** Français

### **Organisation :**

- Heures programmées / Charge Totale : 45/90
- Heures Cours/TD/TP/CF : 0/20/25/0

Les cours intégrés (CI/TD) consistent en 20h d'introduction à la conception d'applications réparties. Les travaux pratiques se décomposent en 22h de manipulations réalisées en binôme et en 3h (1 TP noté) de manipulations notées réalisées en monôme. L'ensemble des TP permettent de réaliser une étude de cas en binôme, avec un travail complémentaire à réaliser en binôme et un compte rendu (ou rapport) sur le travail complémentaire à rendre en fin de module.

### **Evaluation :**

Note finale = 1/2 TP Noté + 1/4 travail personnel (QCM) + 1/4 compte rendu

### **Objectifs :**

- Maîtriser les concepts, les bibliothèques de programmation et les outils indispensables pour la construction de services et d'applications s'exécutant sur des réseaux en utilisant les couches de transport de TCP/IP.
- Comprendre la structure d'algorithmes répartis
- Avoir été confronté à des problèmes fondamentaux de l'algorithmique répartie

### **Mots clefs :**

Algorithmes répartis, échanges de messages (sockets, UDP, TCP), application répartie

### **Prérequis :**

- Algorithmique séquentielle (CSC3002, bonne pratique)
- Programmation impérative avec le langage C (CSC3002, bonne pratique)
- Programmation orientée-objet avec le langage Java (CSC4002, bonne pratique)
- Programmation système (Posix, appels système Linux) (CSC4501, bonne pratique)

### **Programme :**

- Algorithmes répartis
  - Principes de base (synchronisme/asynchronisme, spécifications, modèles...)
  - Problématique des systèmes répartis : motivations et caractéristiques fondamentales
  - Algorithmes par vagues, diffusion et écho
  - Communication de groupe
  - Élection, exclusion mutuelle, interblocage et détection de terminaison
- Communication répartie
  - Modèles de communication entre activités distantes (messages, invocation distante, mémoire partagée répartie)
  - Communication non fiable par échange de messages (UDP)

- Communication bidirectionnelle par canal fiable (TCP),
- Asynchronisme, lecture non bloquante, applications multiclientes, multiserveurs

### **Supports de cours et bibliographie :**

Supports de cours :

- « Algorithmes répartis » (Cours en ligne avec simulations)
- « Architecture des systèmes distribués » (diapositives commentées)
- Tutoriels en ligne Oracle, série « The Java Tutorials »

Bibliographie :

- A.S. Tanenbaum. *Distributed Operating Systems*. Prentice Hall, 1995.
- G. Tel. *Introduction to Distributed Algorithms 2<sup>nd</sup> edition*. Cambridge University Press, 2000.
- A. Hitchens. *JAVA NIO*, O'Reilly, 2002

### **Responsable :**

Dr. Denis Conan ( [denis.conan@it-sudparis.eu](mailto:denis.conan@it-sudparis.eu) )

### **Intervenants :**

- Pr. Christian Bac : Directeur d'Études, Télécom SudParis
- Dr. Denis Conan : Maître de Conférences, Télécom SudParis

## **CSC5001      Systèmes Hautes Performances**

**Période :** S9 / P1

**ECTS :** 4

**Langue :** Français

### **Organisation :**

- Heures programmées / Charge Totale : 45/90
- Heures Cours/TD/TP/CF : 30/0/15/0

Les travaux pratiques (TP) se décomposent en 9h de manipulations réalisées en binôme et en 6h de manipulations notées réalisées en monôme

### **Evaluation :**

La plupart des notions abordées dans cette UV sont approfondis lors d'un micro-projet. La réalisation de ce micro-projet est évaluée par un rapport écrit (R) et une soutenance orale (S) incluant une démonstration.

Ce qui n'a pu être abordé dans le micro-projet est évalué par TP noté (TP).

Note finale =  $\frac{1}{2}$  Micro-projet +  $\frac{1}{4}$  TP noté 1 +  $\frac{1}{4}$  TP noté 2

### **Objectifs :**

- Maîtriser les architectures de type grappes et grilles
- Concevoir, développer, exploiter des systèmes à haute performance et haute disponibilité
- Concevoir et programmer des systèmes parallèles

### **Mots clefs :**

Grappes, SSI, OpenMP, MPI, GPU

### **Prérequis :**

- Algorithmique (bonne connaissance)
- Langage C (bonne pratique)
- Unix (bonne pratique utilisateur)
- *Threads* (bonne pratique, cf. CSC4508)

### **Programme :**

- Les fondamentaux du parallélisme
  - Principes, concepts, intérêt...
  - Architectures matérielles
  - Solutions et tendance
- Algorithmique parallèle :
  - Modèle de communication
  - Parallélisme de données (produit matrice / vecteur, matrice / matrice)
  - Parallélisme de tâches (tri, applications irrégulières)
- Les grappes
  - Administration : Installation, Gestion, Tuning, Outils

- Systèmes à image unique : Principes, Conception, Mise en œuvre, Installation et utilisation
- Outils de développement
  - OpenMP : Principes, API, Compilation, exécution, tuning, développement d'une petite application parallèle
  - MPI : Principes, API, Compilation, exécution, tuning, développement d'une petite application parallèle
  - GPU : Principes, API CUDA, Compilation, exécution
  - Programmation hybride: MPI + OpenMP
- Micro-projet
- Conférences

### **Supports de cours et bibliographie :**

Supports de cours :

- « Les fondamentaux du parallélisme » (transparents)
- « Les grappes » (transparents)
- « GP GPU » (transparents)
- « OpenMP » (transparents)
- « MPI » (transparents)

Bibliographie :

- A. Grama, A. Gupta, G. Karypis and V. Kumar, *Introduction to parallel computing*, Addison-Wesley, 2003, 2nd edition
- *OpenMP Application Program Interface*, Version 2.5, Public draft, November 2004
- Marc Snir et al., *MPI : The complete reference*, MIT Press, 1996

### **Responsable :**

Dr. Frédérique Silber-Chaussumier ( frederique.silber-chaussumier@it-sudparis.eu )

### **Intervenants :**

- Dr. Elisabeth Brunet : Maître de Conférences, Télécom SudParis
- Dr. Christian Parrot : Maître de Conférences, Télécom SudParis
- Christian Schüller : Ingénieur d'Études, Télécom SudParis
- Dr. Frédérique Silber-Chaussumier : Maître de Conférences, Télécom SudParis
- Dr. François Trahay

## **CSC5002 Intergiciels pour applications réparties**

**Période :** S9 / P2

**ECTS :** 4

**Langue :** Français

### **Organisation :**

- Heures programmées / Charge Totale : 45/90
- Heures Cours/TD/TP/CF : 25,5/3/16,5/0

L'acquisition des connaissances est assurée à l'aide de cours, travaux-pratiques, micro-projet et conférences industrielles.

### **Évaluation :**

La plupart des méthodes et intergiciels abordés dans cette UV sont approfondis lors d'un micro-projet. La réalisation de ce micro-projet est évaluée par un rapport écrit (R) et une soutenance orale (S) incluant une démonstration.

Ce qui n'a pu être abordé dans le micro-projet est évalué par TP noté (TP).

Note finale=Moyenne(TP, R ,S)

### **Objectifs :**

- Connaître les patrons de conception des intergiciels pour les applications réparties
- Connaître les différentes techniques logicielles de conception et de structuration d'applications réparties : requêtes synchrones, requêtes asynchrones, architecture 3 tiers, persistance des services, Architectures Orientées Service (SOA), Assemblage de composants, orchestration de services
- Maîtriser les technologies de production d'applications réparties en entreprise : CORBA/RMI/Web Services, MOM/JMS, J2EE, BPEL, SCA
- Produire des applications réparties en entreprise

### **Mots clefs :**

Intergiciel, application répartie, service, composant, CORBA, J2EE, SOA, Services Web, SCA

### **Prérequis :**

- Modélisation d'applications avec UML, programmation Java (cf. CSC4002)
- Bases de données (cf. CSC4001)
- Fondamentaux sur les applications réparties, et algorithmique répartie (cf. CSC4509)

### **Programme :**

- Les fondamentaux des intergiciels
  - Survol des solutions de construction (Architectures, IDM/MDA, SOA) et des intergiciels pour applications réparties (RMI, CORBA, J2EE, Services Web, REST)
  - Patrons et canevas pour construire des intergiciels pour la répartition
- Intergiciels pour appels synchrones (RMI, CORBA, Web Services)
  - Étude d'intergiciels pour appels synchrones

- Les protocoles d'interopérabilité (IIOP et SOAP)
- Bases pour la programmation de serveurs d'application
- Intergiciels orientés messages (bus de messages, MOM)
  - Étude d'un intergiciel orienté messages (JMS)
- Intergiciels orientés composant avec J2EE
  - Présentation générale des concepts associés aux composants (conteneurs, propriétés extra-fonctionnelles)
  - Propriétés extra-fonctionnelles et services pour intergiciels illustrés avec J2EE (services d'annuaire, de notification, de transactions, de persistance, de sécurité)
  - Composants EJB
- Orchestration et composition de Services Web
  - Orchestration de services Web (BPEL)
  - Composition de services web (SCA Service Component Architecture)
- Réalisation d'un micro-projet
- Conférences

### **Supports de cours et bibliographie :**

Supports de cours :

- « Les fondamentaux des intergiciels » (transparents)
- « Intergiciels orientés composants avec J2EE » (transparents)
- « Services Web » (transparents)

Bibliographie :

- Gerald Brose, Andreas Vogel, and K. Duddy : *Java™ Programming with CORBA™ : Advanced Techniques for Building Distributed Applications (3rd edition)*. John Wiley & sons, Inc., USA, January 2001.
- Douglas C. Schmidt, Michael Stal, Hans Rohert, and Frank Buschmann : *Pattern-Oriented Software Architecture: Patterns for Concurrent and Networked Objects*, John Wiley and Sons, 2000.
- Gustavo Alonso, Fabio Casati, Harumi Kuno, and Vijay Machiraju : *Web Services: Concepts, Architecture and Applications*, Springer-Verlag, New York, 2004.
- Richard Monson-Haefel : *Enterprise Java Beans*, 4th Edition, O'Reilly Media, Inc, 2004.

### **Responsable :**

Pr. Chantal Taconet ( chantal.taconet@it-sudparis.eu )

### **Intervenants :**

- Dr. Sophie Chabridon : Maître de Conférences, Télécom SudParis
- Dr. Denis Conan : Maître de Conférences, Télécom SudParis
- Pr. Chantal Taconet : Maître de Conférences, Télécom SudParis
- Pr. Samir Tata : Professeur, Télécom SudParis

## **CSC5003      Web sémantique et applications**

**Période :** S9 / P3

**ECTS :** 4

**Langue :** Français

### **Organisation :**

- Heures programmées / Charge Totale : 45/90
- Heures Cours/TD/TP/CF : 21/7,5/16,5/0

Cette UV comprend 21h de cours et 16h30 de TP. Certains cours sont dispensés par des conférenciers invités. Les travaux pratiques se décomposent en 15h de manipulations réalisées en binôme et en 1h30 de manipulations notées réalisées en monôme.

### **Evaluation :**

La validation de cette UV est basée sur un TP noté et une synthèse d'articles donnant lieu à une soutenance orale.

Note finale = Moyenne (TP noté, rapport de synthèse d'articles)

### **Objectifs :**

- Connaître les "Webs sémantiques"
- Savoir définir et exploiter une ontologie
- Définir et exploiter les techniques XML, les méta-données...

### **Mots clefs :**

Web sémantique, Web de données, Web 2.0, ontologies, métadonnées, RDF/RDFS, OWL

### **Prérequis :**

- SQL (notions)
- XML (notions)
- Java (notions)

### **Programme :**

- Introduction au Web sémantique
  - Web actuel *versus* Web du futur
  - Les principes du Web sémantique
  - L'architecture du Web sémantique
  - Nouveaux usages du Web 2.0
- Ontologies pour le Web sémantique
  - Notion d'ontologie
  - Création, représentation, exploitation
  - Outils et inférence (protégé, jena, ontobroker...)
- Les langages du Web sémantique
  - XML et XML-Schema
  - RDF et RDF-Schema
  - OWL

- Applications du Web sémantique
  - Syndication de nouvelles : RSS (Rich Sites Summary)
  - projet FOAF (The Friend of a Friend)
- Conférences

### **Supports de cours et bibliographie :**

Support de cours :

- « Web sémantique et applications » (transparents)

Bibliographie :

- P. Laublet, J. Charlet et C. Reynaud, "Introduction au web sémantique", Information Interaction Intelligence, N° hors-série de la revue I3, Ed.: Cépaduès (juin 2005)
- A. Sheth, "Changing Focus on Interoperability in Information Systems: From System, Syntax, Structure to Semantics", in Interoperating Geographic Information Systems. M. F. Goodchild, M. J. Egenhofer, R. Fegeas, and C. A. Kottman (eds.), Kluwer, Academic Publishers, 1998, pp. 5-30.
- Tim Berners-Lee, James Hendler and Ora Lassila, "The Semantic Web, A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities", Scientific American, May 2001.
- <http://www.w3.org/RDF/>
- OWL Web Ontology Language, W3C Recommendation 10 February 2004, <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-20040210/>
- Ontology Development Tutorial by Natasha Noy, [http://protege.stanford.edu/publications/ontology\\_development/ontology101.shtml](http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.shtml)

### **Responsable :**

Pr. Amel Bouzeghoub ( [amel.bouzeghoub@it-sudparis.eu](mailto:amel.bouzeghoub@it-sudparis.eu) )

### **Intervenants :**

- Dominique Bouillet : Directeur d'Études, Télécom SudParis
- Pr. Amel Bouzeghoub : Maître de Conférences, Télécom SudParis
- Pr. Bruno Defude : Directeur d'Études, Télécom SudParis
- Dr. Alda Gancarski : Maître de Conférences, Télécom SudParis
- Dr. Claire Lecocq : Maître de Conférences, Télécom SudParis

## **CSC5004 Informatique mobile, ubiquitaire et diffuse**

**Période :** S9 / P4

**ECTS :** 4

**Langue :** Français

### **Organisation :**

- Heures programmées / Charge Totale : 45/90
- Heures Cours/TD/TP/CF : 0/16/21/8

Les Travaux Dirigés s'effectuent sous la forme de Cours Intégrés donnés par les membres de l'équipe ACMES du laboratoire CNRS UMR 5157 SAMOVAR : les notions de cours sont présentées et immédiatement mises en pratique pour manipuler les concepts présentés. Ils sont complétés par des conférences d'industriels.

### **Évaluation :**

La validation de cette UV est basée sur une épreuve de programmation réalisée en salle TP, reprenant et prolongeant les concepts vus pendant l'UV

### **Objectifs :**

- Appréhender les problématiques de l'informatique mobile, ubiquitaire et diffuse ;
- Comprendre les enjeux scientifiques et techniques des nouvelles formes de communication entre personnes, machines, appareils mobiles et capteurs ;
- Acquérir les bases des concepts et des outils des intergiciels pour l'informatique mobile, ubiquitaire et diffuse ;
- Avoir une meilleure aisance face aux décisions scientifiques et techniques d'un ingénieur de R&D.

### **Mots clefs :**

Intergiciel, informatique mobile, informatique ubiquitaire, informatique diffuse.

### **Prérequis :**

- Bonne connaissance du langage Java et de la modélisation objet (cf. CSC4002)
- Bonne connaissance de l'informatique distribuée : primitives de communication (sockets, RPC...) et algorithmes distribués (élection, exclusion mutuelle, détection de verrou mortel, détection de terminaison, communication de groupe...) (cf. CSC4509)
- Bonne connaissance des intergiciels à usage général : CORBA, J2EE, Services web... (cf. CSC5002)

### **Programme :**

Le contenu de l'UV est construit pour que les étudiants puissent découvrir et pratiquer les concepts et outils intergiciels pour l'informatique mobile, ubiquitaire et diffuse. Les thèmes principaux abordés établissent un lien direct avec les activités de recherche de l'équipe MARGE du laboratoire CNRS UMR 5157 SAMOVAR. Les travaux pratiques se déroulent dans la salle « Informatique Ambiante et Mobile », équipée en capteurs (luminosité, mouvements, température...), téléphones NFC, UMPC, webcams, téléphones Google/Android, matériel domotique...

Voici le programme :

- Introduction aux intergiciels pour l'informatique mobile, ubiquitaire et diffuse : environnements mobiles ; environnements contraints (embarqués et capteurs) ;
- Modèles de programmation pour l'informatique ambiante : utilisation de capteurs, programmation événementielle, programmation par agents logiciels ;
- Services intergiciels : sensibilité au contexte et adaptation ; gestion de contexte ; gestion de cache logiciel ; gestion de cohérence ; continuité de session ; domaine des jeux multijoueurs en réseaux sur terminaux mobiles ;
- Pair-à-pair, table de hashage répartie ;
- Etude des technologies des systèmes ambiants : protocole X10, communication bluetooth, UPNP, SIP..
- Conférences : séminaires donnés par des invités experts et chercheurs.

### **Supports de cours et bibliographie :**

Supports de cours :

- D. Belaid, *Intégration de services (en environnement pervasif)* (transparents)
- D. Conan, *Gestion de contexte* (transparents commentés)
- B. Defude, *Peer-to-peer* (transparents)
- S. Leriche
  - *Capteurs et réseaux de capteurs* (transparents)
  - *Mobilité logicielle* (transparents)
  - *OSGI, une plate-forme de services pour les systèmes pervasifs* (transparents)
- M. Simatic, *Technologies de programmation NFC sur mobiles* (transparents)

### **Responsable :**

Dr. Sébastien Leriche ( sebastien.leriche@it-sudparis.eu )

### **Intervenants :**

- Dr. Djamel Belaid : Maître de Conférences, Télécom SudParis
- Pr. Bruno Defude : Professeur, Télécom SudParis
- Dr. Sébastien Leriche : Maître de Conférences, Télécom SudParis
- Michel Simatic : Directeur d'Études, Télécom SudParis

---

**CSC5005      Projet de la voie d'approfondissement ASR****Période : S9****ECTS : 8****Langue : Français****Organisation :**

- Heures programmées / Charge Totale : 27/225

Le projet de la voie d'approfondissement ASR est réalisé sur la totalité du semestre 9. Chaque étudiant doit réaliser un projet en binôme ou trinôme. Des plages sont programmées dans l'emploi du temps afin d'être dédiées à ce projet. Des rencontres avec l'encadrant du projet ont lieu toutes les deux semaines environ.

Trois types de projet sont proposés aux étudiants :

- des projets d'expérimentations
- des projets d'études pour le compte d'entreprises ou de collectivités
- des projets de recherche.

**Evaluation :**

La validation du projet de voie d'approfondissement est basée sur la réalisation d'un rapport écrit (E) et d'une soutenance orale (S).

Note finale = Moy (E, S)

**Exemples de sujets :**

- Fournisseur d'identité WebID portable basé sur Node.js
- Moteur de recherche pour Points d'Intérêt (POI)
- Transformation de programmes : génération d'un programme multi-GPU MPI+HMPP à partir d'un programme GPU avec des directives HMPP
- Jeu vidéo avec de nombreux joueurs et un seul (grand) écran
- Découverte et signalisation multi-échelle

**Responsable :**

Michel Simatic ( michel.simatic@it-sudparis.eu )

**Encadrants :**

Équipe pédagogique de la voie d'approfondissement ASR.

