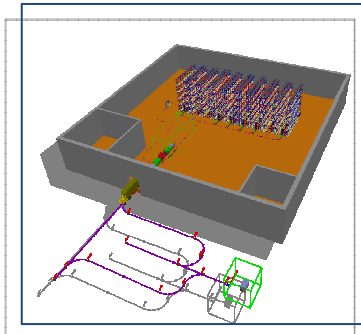
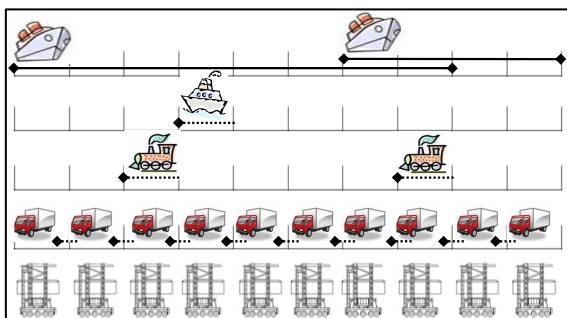
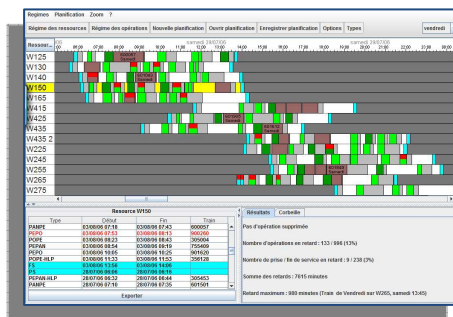
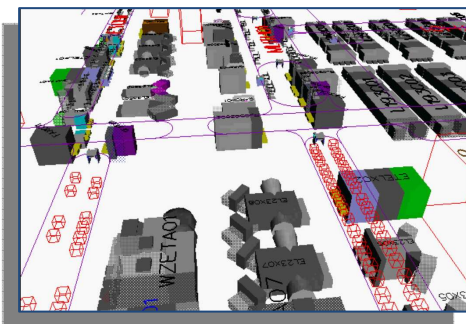


## Sujets de stage



Contrôle Avancé des  
Procédés

Génie Industriel

Optimisation

Recherche opérationnelle

Simulation

Statistiques Appliquées

Sciences de la Fabrication  
et Logistique

# Table des matières

Calcul de règles de corrélation à partir de littéraux.....	3
Classement et sélection de variables par Information Mutuelle avec utilisation d'une variable sonde	4
Modélisation et simulation de plaques de tests en fabrication de semi-conducteurs.....	5
Modélisation et simulation optimisation du transport dans la fabrication de semi-conducteurs .....	6
Optimisation de la configuration d'un système RFID dans un aéronef.....	7
Optimisation de la mise en œuvre de techniques de discrétisation.....	8
Ordonnancement de lots sur machines de mesure avec minimisation du risque.....	9
Ordonnancement de batchs sur machines flexibles multi-étages .....	10
Ordonnancement en fabrication de semi-conducteurs avec intégration de contraintes issues du contrôle de fabrication.....	11
Photovoltaïque : Caractérisation d'absorbeur .....	12
Photovoltaïque : modélisation des phénomènes de diffusion au sein d'absorbeur .....	13
Planification de production dans un réseau d'énergie .....	14
Planification intégrée des ressources ferroviaires .....	15
Planification optimisée du transport de produits liquides et semi-liquides .....	16
Problème de planification de production avec des contraintes environnementales .....	17
Problème de repositionnement de cryotubes dans une biobanque .....	18
Problème de tournées sous contrainte de gestion des stocks et de planification de la production....	19

## Calcul de règles de corrélation à partir de littéraux

**Mots clés :** Espace convexe, Règle de corrélation, Motifs littéraux, Fouille de données.

### Contexte :

Le domaine de l'APC (*Advanced Process Control*) vise à mettre en évidence des corrélations entre des (mesures de) paramètres issus de la production, afin d'en détecter d'éventuelles dérives et d'y remédier. Une approche du domaine est d'utiliser des techniques issues de la Fouille de données.

### Problématique :

La détection de liens entre valeurs dans une base de données est un problème classique de fouille de données. Ce problème est souvent ramené à l'extraction de règles d'association (Agrawal et al., 1996). Ces dernières expriment un lien directionnel en se basant sur la plateforme support-confiance. Cette démarche consiste à extraire dans un premier temps les motifs fréquents et, ensuite d'en déduire les règles  $X \rightarrow Y$ . Cependant cette approche «souffre» de deux problèmes : (1) la «pauvreté» des règles extraites, et (2) la qualité des règles extraites.

Afin de résoudre le premier problème, Wu et al. (2004) proposent un calcul des règles d'association en se basant sur les littéraux. Ceci dans le but d'extraire des règles du type  $\neg X \rightarrow Y$ .

Afin de résoudre le second problème, Brin et al. (1997) calculent l'ensemble des motifs corrélés selon la mesure statistique Khi-carré. Dans certains cas, la corrélation selon cette mesure est une contrainte monotone pour l'ordre d'inclusion.

### Objectif :

Le but du stage réside en une fusion de ces deux concepts afin de permettre le calcul des règles de corrélation à partir de littéraux. On cherchera à résoudre les trois problèmes suivants :

- (1) la mise à jour de la formule de calcul du  $\chi^2$  pour les littéraux ;
- (2) la monotonie de la fonction  $\chi^2$  est-elle toujours valable pour les littéraux ?
- (3) les contraintes monotones et antimonotones utilisées restent-elles toujours de même type (monotones et anti-monotones) si on utilise des littéraux ?

### Références :

- Agrawal, R., H. Mannila, R. Srikant, H. Toivonen, et A. I. Verkamo (1996), *Fast Discovery of Association Rules*, In *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*, pp. 307–328
- Brin, S., R. Motwani, et C. Silverstein (1997), *Beyond market baskets : generalizing association rules to correlations*, In *Proc. of the Int. Conference on Management of Data, SIGMOD*, pp. 265–276
- Wu, X., C. Zhang, et S. Zhang (2004), *Efficient mining of both positive and negative association rules*, *ACM Trans. Inf. Syst.* 22(3), 381–405

### Durée et date du Stage

4 à 6 mois à partir de février/mars 2011. Stage rémunéré. Poursuite en thèse envisageable.

### Profil du candidat

Étudiant de M2 Recherche ayant des bases en fouille de données et en statistique décisionnelle.

### Lieu du stage

Ecole des Mines de Saint-Etienne, Site Georges Charpak (Gardanne, Bouches du Rhône)

**Contacts :** Christian Ernst, [ernst@emse.fr](mailto:ernst@emse.fr) ; Alain Casali, [casali@univmed.fr](mailto:casali@univmed.fr)

# Classement et sélection de variables par Information Mutuelle avec utilisation d'une variable sonde

**Domaine :** statistiques appliquées, apprentissage statistique

**Mots clés :** classement et sélection de variables, information mutuelle, variable sonde.

## Contexte

Le classement et la sélection de variables sont une étape très importante dans la conception de modèles à partir de données. Elle permet de réduire l'espace des entrées en ne retenant que les variables les plus pertinentes pour expliquer la sortie du processus à modéliser. Les variables peu explicatives ou très bruitées sont rejetées. À nombre d'exemples fixé, ceci a pour effet d'améliorer le niveau de confiance dans le modèle et donc de contribuer à augmenter sa capacité de généralisation.

Dans le cadre de ce stage, nous nous intéressons à une méthodologie de réduction de l'espace des variables où le classement est fondé sur l'information mutuelle (*Mutual Information*, IM) et la sélection sur une procédure de type *forward*. L'estimation du critère de l'IM est effectuée grâce à la méthode des K-plus proches voisins (K-Nearest Neighbor, KNN). Cette méthodologie présente quelques inconvénients. En particulier, il n'existe pas de technique permettant de déterminer : -la valeur optimale du paramètre  $k$  de l'estimateur K-NN de l'IM, -le nombre optimal de variables pertinentes à retenir dans le modèle.

Pour pallier ce problème, l'objectif du stage est d'étudier la mise en œuvre d'une approche de la sélection fondée sur l'utilisation d'une variable sonde. Cette technique consiste à rajouter une variable aléatoire. Son rang dans le classement permet d'identifier les variables peu explicatives ou bruitées.

## Plan de travail

Après la familiarisation avec la méthodologie et les outils disponibles, le travail proposé se divise suivant les étapes suivantes :

- Effectuer l'implémentation de la méthode de la variable sonde dans le cadre de la procédure de sélection de type *forward* utilisée avec l'information mutuelle.
- Mettre en œuvre le nouvel outil sur des exemples didactiques et des données réelles issues d'un problème industriel.
- Réaliser une interface logicielle qui permette une utilisation aisée de la nouvelle approche proposée.

**Référence Bibliographique** D. François, F. Rossi, M. Verleysen, *Resampling methods for parameter-free an robust feature selection with mutual information*, Neurocomputing, Vol. 70, pp 1276–1288, 2007.

**Durée et date du Stage** 4 à 6 mois à partir de février/mars 2011. Stage rémunéré. Poursuite en thèse envisageable.

**Profil du candidat** Étudiant en M2 Recherche ou en 3ème année d'École d'Ingénieur ayant des connaissances en mathématiques, statistiques, programmation en Matlab, et C/C++.

**Lieu du stage** Ecole des Mines de Saint-Etienne, Site Georges Charpak (Gardanne, Bouches du Rhône)

**Contacts :** Ariane Ferreira, [afferreira@emse.fr](mailto:afferreira@emse.fr) ; Yacine Oussar, [yacine.oussar@espci.fr](mailto:yacine.oussar@espci.fr)

# Modélisation et simulation de plaques de tests en fabrication de semi-conducteurs

**Mots clés :** Modélisation, optimisation (Arena ou AutoMod), Simulation, Plaques de test, NPW (Non Product Wafers)

## **Contexte :**

Les entreprises de fabrication de semi-conducteurs (fab) modernes s'efforcent constamment de réduire les coûts pour rester compétitifs. Les NPWs (Non Product Wafers) sont relativement chers et leur utilisation croissante due à la complexité du processus de fabrication est de plus en plus constatée. Les NPWs sont utilisés pour contrôler les processus de fabrication et régler des équipements, etc. Leur gestion a été identifiée comme un facteur important de réduction des coûts : par exemple en utilisant moins de NPWs tout en faisant les contrôles nécessaires. Il est donc important de bien maîtriser leur gestion (utilisation, nombre) pour contribuer à baisser les coûts de fabrication.

## **Obectifs :**

Après une compréhension de la problématique et une étude bibliographique, ce stage vise à modéliser, simuler (en utilisant Arena ou AutoMod) et optimiser la gestion des NPWs tout en minimisant les risques et leurs coûts d'utilisation.

## **Durée et date du Stage**

4 à 6 mois à partir de février/mars 2010. Stage rémunéré.

## **Profil du candidat**

Étudiant de M2 Recherche ou de 3ème année d'École d'Ingénieur ayant des bases en génie industriel, simulation et si possible optimisation combinatoire.

## **Lieu du stage**

Ecole des Mines de Saint-Etienne, Site Georges Charpak (Gardanne, Bouches du Rhône)

## **Contacts**

Claude Yugma, [yugma@emse.fr](mailto:yugma@emse.fr) ; Stéphane Dauzère-Pérès, [dauzere-peres@emse.fr](mailto:dauzere-peres@emse.fr)

# Modélisation et simulation optimisation du transport dans la fabrication de semi-conducteurs

**Mots clés :** transport, *Automated Material Handling System*, lot, semi-conducteur

## Contexte :

Dans les ateliers de fabrication modernes de semi-conducteurs, des transporteurs ou véhicules automatisés sont utilisés pour le transport de lots (AMHS - Automated Material Handling System). Selon la configuration de l'atelier et des véhicules, ceux-ci peuvent se déplacer partout ou non dans l'atelier. Pour être efficace dans le transport et ainsi permettre d'avoir des indicateurs de performance optimisés, il est important entre autre de bien positionner les véhicules et d'avoir de « bonnes » politiques de gestion des véhicules.

## Objectifs :

Après une compréhension de la problématique et une étude bibliographique, l'objectif de ce stage est :

- D'apprendre à utiliser le modèle de simulation développée sous AutoMod,
- Et d'optimiser les paramètres clés du système de transport, stockage et production.

## Références :

J.-E. Kiba, S. Dauzère-Pérès, C. Yugma, G. Lamiable, *Simulation of a full 300 mm semiconductor manufacturing plant with material handling constraints*, Winter Simulation Conference 2009, Austin, Texas, USA, December 2009.

## Durée et date du Stage

4 à 6 mois à partir de février/mars 2010. Stage rémunéré. Poursuite en thèse envisageable.

## Profil du candidat

Étudiant de M2 Recherche ou de 3ème année d'École d'Ingénieur ayant des bases en simulation et programmation.

## Lieu du stage

Ecole des Mines de Saint-Etienne, Site Georges Charpak (Gardanne, Bouches du Rhône)

## Contacts

Claude Yugma, [yugma@emse.fr](mailto:yugma@emse.fr) ; Stéphane Dauzère-Pérès, [dauzere-peres@emse.fr](mailto:dauzere-peres@emse.fr)

# Optimisation de la configuration d'un système RFID dans un aéronef

**Mots clés :** recherche opérationnelle, localisation, système RFID

## **Contexte :**

Nous avons développé un modèle visant à optimiser la configuration d'un système RFID dans un aéronef. Il s'agit de choisir les technologies des différents éléments du système ainsi que leur positionnement. L'objectif est de minimiser le coût global du système en respectant un certain nombre de contraintes. L'objectif du stage est, après avoir analysé les travaux déjà réalisés, de proposer et d'implémenter une nouvelle méthode de résolution, a priori basée sur la relaxation Lagrangienne, afin de résoudre des problèmes de grande taille.

## **Objectifs :**

- Comprendre les travaux déjà réalisés,
- Développer une nouvelle méthode de résolution et l'implémenter,
- Valider la méthode sur des jeux de données.

## **Références :**

C. Jimenez, S. Dauzère-Pérès, C. Feuillebois, *Optimizing the design of a global RFID system in aircrafts*, ROADEF'2010, février 2010, Toulouse, France.

## **Durée et date du Stage**

4 à 6 mois à partir de février/mars 2010. Stage rémunéré.

## **Profil du candidat**

Étudiant de M2 Recherche ou de 3ème année d'École d'Ingénieur ayant des bases en optimisation combinatoire et en programmation.

## **Lieu du stage**

Ecole des Mines de Saint-Etienne, Site Georges Charpak (Gardanne, Bouches du Rhône)

## **Contacts**

Stéphane Dauzère-Pérès, [dauzere-peres@emse.fr](mailto:dauzere-peres@emse.fr)

# Optimisation de la mise en œuvre de techniques de discrétisation

**Mots clés :** Fouille de données, prétraitements, discrétisation

## **Contexte :**

Le domaine de l'APC (*Advanced Process Control*) en microélectronique vise à mettre en évidence des corrélations existantes entre des (mesures de) paramètres issus de la production, afin d'en détecter d'éventuelles dérives et d'y remédier. Une approche du domaine est d'utiliser des techniques issues de la Fouille de données (*Data Mining*).

## **Problématique :**

Une composante importante bien que souvent négligée en Fouille de données concerne les prétraitements et la transformation des données issues du monde réel. Le prétraitement qui nous intéresse consiste à discrétiser les colonnes de valeurs (attributs) numériques d'un fichier, d'une base de données, d'un entrepôt de données ... Actuellement, dans le logiciel *MineCor* (cf. référence), toutes les colonnes à traiter sont discrétisées de la même manière en utilisant diverses techniques (méthode de Jenks, intervalles contenant la même fréquence de valeurs, intervalles de distance égale). On peut cependant formuler plusieurs critiques vis à vis de cette approche dont une, importante, qui est que nous ne prenons pas en compte la spécificité des distributions des colonnes.

## **Objectif :**

Le but du stage réside en la mise en place d'un procédé qui analyse chaque colonne indépendamment les unes des autres et trouve automatiquement la meilleure méthode de discrétisation pour celle-ci ; par ailleurs, la présence d'*outliers* (valeurs extrémales) dans certaines colonnes peut fausser le résultat de la discrétisation proprement dite, ce qui signifie que leur détection puis suppression ou modification est également important.

## **Références :**

D. Pyle, *Data Preparation for Data Mining*, Morgan Kaufmann, 1999

Alain Casali, Christian Ernst, *Extracting Decision Correlation Rules*. DEXA 2009, pp 689-703

<http://infodoc.iut.univ-aix.fr/~casali/Recherche/MineCor/MineCor.html>

## **Durée et date du Stage**

4 à 6 mois à partir de février/mars 2011. Stage rémunéré. Poursuite en thèse envisageable.

## **Profil du candidat**

Étudiant de M2 Recherche ou de 3<sup>ème</sup> année d'Ecole d'Ingénieur à profil Informatique et ayant des bases en fouille de données et en statistique décisionnelle ; connaissances en APC souhaitées mais non indispensables.

## **Lieu du stage**

Ecole des Mines de Saint-Etienne, Site Georges Charpak (Gardanne, Bouches du Rhône)

**Contacts :** Christian Ernst, [ernst@emse.fr](mailto:ernst@emse.fr) ; Alain Casali, [casali@univmed.fr](mailto:casali@univmed.fr)

# Ordonnancement de lots sur machines de mesure avec minimisation du risque

**Mots clés :** ordonnancement, machines parallèles, optimisation, risque

## **Contexte :**

Ce stage s'intéresse à l'intégration du risque dans l'ordonnancement de lots sur des machines de mesure. La mesure d'un lot vise à réduire le risque associé par exemple aux machines de production sur lesquelles le lot est passé. L'objectif du stage est, après une première analyse et une revue de la littérature, de caractériser le problème, de développer et d'implémenter une ou plusieurs approches de résolution, et de les valider sur des jeux de données. Il faudra aussi caractériser les mesures de risque à utiliser.

## **Objectifs :**

- Comprendre les travaux déjà réalisés et les positionner dans la littérature
- Définir précisément le problème et implémenter une ou plusieurs méthodes de résolution,
- Valider les méthodes sur des jeux de données.

## **Références :**

S. Dauzère-Pérès, J.-L. Rouveyrol, C. Yugma, P. Vialletelle, *A Smart Sampling Algorithm to Minimize Risk Dynamically*, ASMC 2010 (21th Annual IEEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference 2008, in cooperation with ISSM), juillet 2010, San Francisco, Etats-Unis.

## **Durée et date du Stage**

4 à 6 mois à partir de février/mars 2010. Stage rémunéré.

## **Profil du candidat**

Étudiant de M2 Recherche ou de 3ème année d'École d'Ingénieur ayant des bases en optimisation combinatoire, ordonnancement et programmation.

## **Lieu du stage**

Ecole des Mines de Saint-Etienne, Site Georges Charpak (Gardanne, Bouches du Rhône)

## **Contacts**

Claude Yugma, [yugma@emse.fr](mailto:yugma@emse.fr) ; Stéphane Dauzère-Pérès, [dauzere-peres@emse.fr](mailto:dauzere-peres@emse.fr)

# Ordonnancement de batchs sur machines flexibles multi-étages

**Mots clés :** recherche opérationnelle, ordonnancement, batch, multi-étages

## Contexte :

Dans le cadre de nos collaborations industrielles, nous avons travaillé sur des problèmes d'ordonnancement optimisé dans deux types d'atelier dans les usines de fabrication de semi-conducteurs. L'objectif de ce projet est d'étudier un nouvel atelier particulièrement complexe (l'implantation) dans lequel les lots doivent être ordonnancés sur des machines flexibles et sur plusieurs étages. De nombreuses contraintes doivent être intégrées comme les temps de préparation et la gestion de l'état des machines.

## Objectifs :

- Caractériser précisément le problème, le positionner dans la littérature,
- Proposer et développer une ou plusieurs méthodes approchées,
- Valider la ou les méthodes sur différents jeux de données.

## Références :

C. Yugma, S. Dauzère-Pérès, A. Derreumaux, O. Sibille, *A Batch Optimization Software for diffusion area scheduling in semiconductor manufacturing*, ASMC 2008 (19th Annual IEEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference 2008), Mai 2008, Boston, USA.

C. Yugma, S. Dauzère-Pérès, A. Derreumaux, T. Philippi, C. Quarta, *Ordonnancement de lots dans une zone de photolithographie pour la fabrication de semi-conducteurs*, 9ème congrès de la société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision, ROADEF'08, Clermont-Ferrand, France, Février 2008.

## Durée et date du Stage

4 à 6 mois à partir de février/mars 2010. Stage rémunéré. Poursuite en thèse envisageable.

## Profil du candidat

Étudiant de M2 Recherche ou de 3ème année d'École d'Ingénieur ayant des bases en algorithmique, en optimisation combinatoire et en programmation.

## Lieu du stage

Ecole des Mines de Saint-Etienne, Site Georges Charpak (Gardanne, Bouches du Rhône)

## Contacts

Stéphane Dauzère-Pérès, [dauzere-peres@emse.fr](mailto:dauzere-peres@emse.fr) ; Claude Yugma, [yugma@emse.fr](mailto:yugma@emse.fr)

# Ordonnancement en fabrication de semi-conducteurs avec intégration de contraintes issues du contrôle de fabrication

**Mots clés :** recherche opérationnelle, ordonnancement, fabrication de semi-conducteurs

L'optimisation des décisions d'ordonnancement est un problème particulièrement complexe dans le processus de fabrication des semi-conducteurs. De plus, les machines et les procédés de fabrication sont suivis et pilotés par des outils développés dans le contrôle avancé des procédés (Advanced Process Control - APC). L'APC comprend des méthodes issues du contrôle statistique des procédés (SPC), de la détection et classification des défauts (FDC) et des boucles de régulation Run to Run (R2R).

## Objectifs :

- Comprendre la problématique et la positionner dans la littérature
- Etude de l'intégration des informations issues de l'APC dans les décisions d'ordonnancement
- Modéliser et développer une méthode pour la résolution des problèmes les plus pertinents
- Valider la méthode sur différents jeux de données

## Références :

[12] B. Detienne, S. Dauzère-Pérès and C. Yugma, Scheduling Inspection Operations subject to a fixed production Schedule, 2009 Multidisciplinary International Scheduling Conference: Theory and Applications, Dublin Ireland, August 2009.

## Durée et date du Stage

4 à 6 mois à partir de février/mars 2010. Stage rémunéré.

## Profil du candidat

Étudiant de M2 Recherche ou de 3ème année d'École d'Ingénieur ayant des bases en algorithmique, en optimisation combinatoire et en programmation.

## Lieu du stage

Ecole des Mines de Saint-Etienne, Site Georges Charpak (Gardanne, Bouches du Rhône)

## Contacts

Claude Yugma, [yugma@emse.fr](mailto:yugma@emse.fr) ; Stéphane Dauzère-Pérès, [dauzere-peres@emse.fr](mailto:dauzere-peres@emse.fr)

## Photovoltaïque : Caractérisation d'absorbeur

**Domaine :** Physique / chimie des matériaux

**Mots clés :** absorbeur, matériau chalcopyrite, traitement chimique

**Contexte :** Le sujet de stage concerne la caractérisation de l'absorbeur composant la cellule photovoltaïque. L'absorbeur est actuellement un matériau chalcopyrite à base de Cuivre, Indium et Soufre (CIS). Afin d'augmenter les rendements photovoltaïques, un nouveau matériau sera utilisé, à base de Cuivre, Indium, Gallium et Sélénium (CIGSe). Les traitements thermiques et le mode opérationnel permettant de transformer le précurseur à base de Cuivre, Indium et Gallium doivent être caractérisés et optimisés.

**Plan de travail :** Etude bibliographique poussée sur ces types de matériau et sur les équipements de caractérisation. Par la suite la qualité cristalline de l'absorbeur ainsi que les phases obtenues seront analysées et comparées en fonction de différents modes opératoires. Pour cela, les techniques de spectroscopie Raman, de diffraction de rayons X, de microscopie SEM, de photoluminescence devront être utilisées

**Durée et date du stage** 4 à 6 mois à partir de février/mars 2011. Stage rémunéré.

**Profil du candidat** Etudiant en M2 Recherche ou Professionnel ou en 3<sup>ème</sup> année d'Ecole d'Ingénieur ayant des connaissances en physique et/ou chimie des matériaux.

**Lieu du stage** Ecole des Mines de Saint-Etienne, Site Georges Charpak (Gardanne, Bouches du Rhône)

**Contact** Agnès Roussy, roussy@emse.fr

## **Photovoltaïque : modélisation des phénomènes de diffusion au sein d'absorbeur**

**Domaine :** Physique / chimie des matériaux

**Mots clés :** absorbeur, matériau chalcopyrite, traitement chimique, diffusion atomique

**Contexte :** Le sujet de stage concerne l'étude et la modélisation de l'absorbeur composant la cellule photovoltaïque. L'absorbeur est actuellement un matériau chalcopyrite à base de Cuivre, Indium et Soufre (CIS). Afin d'augmenter les rendements photovoltaïques, un nouveau matériau sera utilisé, à base de Cuivre, Indium, Gallium et Sélénium (CIGSe). Les traitements thermiques et le mode opérationnel permettant de transformer le précurseur à base de Cuivre, Indium et Gallium doivent être modélisés et optimisés.

**Plan de travail :** Etude bibliographique poussée sur ces types de matériau et leur rôle dans le domaine du photovoltaïque. Une étude poussée des phénomènes de diffusion du Sélénium devra également être menée pour les différents absorbeurs (caractérisation et modélisation de la diffusion).

**Durée et date du stage** 4 à 6 mois à partir de février/mars 2011. Stage rémunéré.

**Profil du candidat** Etudiant en M2 Recherche ou Professionnel ou en 3<sup>ème</sup> année d'Ecole d'Ingénieur ayant des connaissances en physique et/ou chimie des matériaux. Connaissance en logiciel de modélisation physique serait un plus.

**Lieu du stage** Ecole des Mines de Saint-Etienne, Site Georges Charpak (Gardanne, Bouches du Rhône)

**Contact** Agnès Roussy, roussy@emse.fr

# Planification de production dans un réseau d'énergie

**Mots clés :** planification, réseau d'énergie, optimisation, recherche opérationnelle

## **Contexte :**

Réaliser le plan de production dans un réseau d'énergie consiste à définir les niveaux de production des différents générateurs afin de satisfaire la demande du réseau. Sous certaines hypothèses simplificatrices, le problème se ramène à un problème de flot à coût minimum, à l'exception importante que l'opérateur n'a pas la possibilité de contrôler directement le flot d'énergie traversant un arc, ce flot dépendant de l'impédance de l'arc.

## **Objectifs :**

Après une compréhension de la problématique ainsi que des algorithmes de flots à coût minimum classiques, l'objectif du stage est de proposer des modèles mathématiques afin de représenter aux mieux les problèmes réels de transport d'énergie, d'étudier les propriétés des solutions optimales et de proposer des algorithmes pour les résoudre.

- Etude bibliographique.
- Modélisations du problème à l'aide de modèles de graphes et sous forme de programme linéaire.
- Etude des propriétés des solutions optimales, analyse de complexité.
- Proposition de méthode(s) de résolution.
- Développement des méthodes et analyse des résultats.

## **Références :**

R.K. Ahuja, T. Magnanti, J. Orlin, *Network Flows: Theory, Algorithms, and Applications*, Prentice Hall, 1993.

## **Durée et date du Stage**

4 à 6 mois à partir de février/mars 2011. Stage rémunéré.

## **Profil du candidat**

Étudiant de M2 Recherche ou de 3ème année d'École d'Ingénieur ayant des bases en algorithmique, en optimisation combinatoire et en programmation.

## **Lieu du stage**

Ecole des Mines de Saint-Etienne, Site Georges Charpak (Gardanne, Bouches du Rhône)

## **Contacts**

Nabil Absi, [absi@emse.fr](mailto:absi@emse.fr) ; Dominique Feillet, [feillet@emse.fr](mailto:feillet@emse.fr)

# Planification intégrée des ressources ferroviaires

**Mots clés :** recherche opérationnelle, planification intégrée, ferroviaire

## **Contexte :**

Dans le cadre d'une collaboration avec la SNCF, nous travaillons sur une approche visant à proposer une planification intégrée des ressources critiques (sillons, engins, agents de conduite). A partir d'un premier modèle déjà implémenté, l'objectif de ce stage est, après une première analyse et une revue dans la littérature, de développer et d'implémenter l'approche, et de la valider sur différents jeux de données.

## **Objectifs :**

- Comprendre les travaux déjà réalisés et les positionner dans la littérature
- Développer l'approche et implémenter différentes méthodes de résolution,
- Valider les méthodes sur des jeux de données.

## **Références :**

F. Benhizia, D. De Almeida, S. Dauzère-Pérès, G. Dessagne, *Optimisation du plan de transport par planification intégrée des ressources*, ROADEF'2010, février 2010, Toulouse, France.

## **Durée et date du Stage**

5 à 6 mois à partir de février/mars 2010. Stage rémunéré.

## **Profil du candidat**

Étudiant de M2 Recherche ou de 3ème année d'École d'Ingénieur ayant des bases en optimisation combinatoire, en programmation et familier avec les logiciels de programmation mathématique.

## **Lieu du stage**

Ecole des Mines de Saint-Etienne, Site Georges Charpak (Gardanne, Bouches du Rhône)

## **Contacts**

Stéphane Dauzère-Pérès, [dauzere-peres@emse.fr](mailto:dauzere-peres@emse.fr)

# Planification optimisée du transport de produits liquides et semi-liquides

**Mots clés :** recherche opérationnelle, transport, optimisation, produits liquides et semi-liquides

## **Contexte :**

Le transport de produits liquides et semi-liquides nécessitent souvent de gérer de manière coordonnée les navires, mais aussi les moyens de stockage et de production. Les capacités de stockage jouent un rôle important et les liens avec la production sont souvent étroits. L'objectif du stage est de poursuivre un premier travail en simplifiant les contraintes et les objectifs, et en proposant une nouvelle méthode de résolution. Il faudra aussi valider la méthode sur des jeux de données.

## **Objectifs :**

- Caractériser précisément le problème à traiter et le positionner dans la littérature,
- Implémenter une modélisation PLNE et la résoudre à l'aide d'un solveur commercial,
- Développer une méthode de résolution spécifique,
- Valider l'approche sur différents jeux de données.

## **Références :**

S. Dauzère-Pérès, A. Nordli, A. Olstad, K. Haugen, U. Koester, P.O. Myrstad, G. Teisklub, A. Reistad, *Omya Hustadmarmor Optimizes Its Supply Chain for Delivering Calcium Carbonate Slurry to European Paper Manufacturers*, Interfaces, vol. 37, 1, 2007.

## **Durée et date du Stage**

5 à 6 mois à partir de février/mars 2010. Stage rémunéré.

## **Profil du candidat**

Étudiant de M2 Recherche ou de 3ème année d'École d'Ingénieur ayant des bases en optimisation combinatoire et en programmation mathématique en particulier.

## **Lieu du stage**

Ecole des Mines de Saint-Etienne, Site Georges Charpak (Gardanne, Bouches du Rhône)

## **Contacts**

Stéphane Dauzère-Pérès, [dauzere-peres@emse.fr](mailto:dauzere-peres@emse.fr)

# Problème de planification de production avec des contraintes environnementales

**Mots clés :** recherche opérationnelle, planification de production

## Contexte :

Les problèmes de planification de production n'intègrent généralement pas les contraintes et les objectifs environnementaux. Seuls quelques travaux traitent de l'intégration des contraintes carbone ([1], [4]). L'objectif est de repartir des travaux existants pour définir et résoudre un problème original de planification des flux dans une chaîne logistique en intégrant des contraintes environnementales. Le problème que nous désirons étudier sera une extension d'une classe de problèmes connus de la littérature, appelée lot-sizing, sur lesquels nous avons déjà beaucoup travaillé ([2], [3]). Il s'agira de considérer, non seulement un objectif basé sur les coûts classiques de production, transport et stockage, mais aussi un objectif environnemental, lié par exemple à la taxe carbone. De nouvelles contraintes seront aussi à définir, induites par exemple par des obligations législatives.

## Objectifs :

- Caractériser précisément le problème, le positionner dans la littérature.
- Proposer une ou plusieurs modélisations PLNE.
- Étudier la complexité et développer une méthode approchée.
- Définir des jeux de données pour valider les modèles PLNE à l'aide d'un solveur commercial (CPLEX ou Xpress-MP) et la méthode approchée.

## Références :

- [1] N. Absi, S. Dauzère-Pérès, S. Kedad-Sidhoum, B. Penz and C. Rapine, *Lot-sizing with carbon emission constraints*, International Workshop on Lot-Sizing, Gardanne, France, 2010.
- [2] N. Absi, S. Kedad-Sidhoum, *The multi-item capacitated lot-sizing problem with setup times and shortage costs*, European Journal of Operational Research, vol. 185, 3, 2008.
- [3] S. Benjaafar, Y. Li and M. Daskin, *Carbon Footprint and the Management of Supply Chains: Insights from Simple Models*, University of Minnesota, USA, 2010.
- [4] N. Brahimi, S. Dauzère-Pérès, N. Najid, *Capacitated Multi-Item Lot-Sizing Problems with Time Windows*, Operations Research, vol. 54, 5, 2006.

## Durée et date du Stage

4 à 6 mois à partir de février/mars 2011. Stage rémunéré.

## Profil du candidat

Étudiant de M2 Recherche ou de 3ème année d'École d'Ingénieur ayant des bases en algorithmique, en optimisation combinatoire et en programmation.

## Lieu du stage

Ecole des Mines de Saint-Etienne, Site Georges Charpak (Gardanne, Bouches du Rhône)

## Contacts

Nabil Absi, [absi@emse.fr](mailto:absi@emse.fr) ; Stéphane Dauzère-Pérès, [dauzere-peres@emse.fr](mailto:dauzere-peres@emse.fr)

# Problème de repositionnement de cryotubes dans une biobanque

**Mots clés :** recherche opérationnelle, logistique hospitalière, gestion des stocks

## Contexte :

Les nouvelles technologies communicantes telles que les RFID (Radio Frequency IDentification) permettent de nouvelles activités qui étaient jusqu'ici inconcevables.

Dans une biobanque, c'est-à-dire une banque d'échantillons biologiques stockés dans des tubes à très basse température, équiper les cryotubes de puces RFID permet ainsi non seulement un inventaire quasi-instantané des boîtes de cryotubes, mais également d'économiser de l'espace de stockage en recomplétant les boîtes lorsque trop d'espaces se sont libérés (suite à des demandes). La contrainte critique ici, que les technologies RFID permettent de contourner, est liée au risque de réchauffement et donc de détérioration des échantillons.

Housseman et al. (2009a,2009b) ont introduit cette problématique originale, développé plusieurs modèles et comparé plusieurs politiques pour le repositionnement des tubes. Un simulateur de biobanques, basé sur deux biobanques réelles, a été développé et a permis d'obtenir de premiers résultats sur l'efficacité respective de ces règles dans des cas simples.

Le problème est de proposer des politiques de repositionnement afin d'optimiser l'espace de stockage à court et à moyen terme.

## Objectifs :

- Faire une cartographie et proposer des modélisations sous forme de PLNE (Programme Linéaire en Nombre Entier) de ces problèmes de repositionnement.
- A l'aide d'une revue de la littérature, analyser la complexité des différentes variantes identifiées.
- Développer des algorithmes exacts ou approchés pour la résolution de ces problèmes.

## Références :

S. Housseman, N. Absi, S. Dauzère-Pérès, C. Chabannon et P. Hofman (2009a), *Simulation as a decision support tool: Estimating the Impacts of using RFID technologies within Biobanks*, HealthInf (International Conference on Health Informatics), pp. 337-343, January 2009, Porto, Portugal.

S. Housseman, N. Absi, D. Feillet et S. Dauzère-Pérès (2009b), *Impacts of Radio-Identification on cryo-conservation centers through simulation*, Winter Simulation Conference 2009, Austin, Texas, USA, December 2009.

## Durée et date du Stage

4 à 6 mois à partir de février/mars 2011. Stage rémunéré. Poursuite envisageable.

## Profil du candidat

Étudiant de M2 Recherche ou de 3ème année d'École d'Ingénieur ayant des bases en algorithmique, en optimisation combinatoire et en programmation.

## Lieu du stage

Ecole des Mines de Saint-Etienne, Site Georges Charpak (Gardanne, Bouches du Rhône)

## Contacts

Nabil Absi, [absi@emse.fr](mailto:absi@emse.fr) ; Dominique Feillet, [feillet@emse.fr](mailto:feillet@emse.fr)

# Problème de tournées sous contrainte de gestion des stocks et de planification de la production

**Mots clés :** recherche opérationnelle, problème de tournées de véhicules, lot-sizing

## Contexte :

Nous nous intéressons dans ce stage à un problème d'optimisation combinant des décisions de planification de production, transport de marchandises et gestion des stocks. Nous considérons une usine fabriquant un unique produit qu'elle distribue à un ensemble de détaillants. La demande des clients auprès des détaillants est supposée connue à chaque période de l'horizon de temps. Des possibilités de stockage existent en sortie d'usine et pour chacun des détaillants. Une flotte de véhicules permet la distribution de l'usine vers les détaillants. L'objectif est de minimiser les coûts globaux de production, distribution et transport.

Du fait de l'émergence de nouvelles formes de collaborations entre les acteurs de la supply chain (Vendor Managed Inventory, 3PL, 4PL...), de nombreux travaux s'intéressent à des systèmes couplant optimisation de la distribution et gestion des stocks (Inventory Routing Problem, IRP). Les travaux permettant de synchroniser en plus la distribution avec la production sont par contre plus rares. Classiquement les modèles de planification de production tiennent compte de manière très simplifiée de la distribution et les résultats de ces modèles servent d'entrées aux modèles de type IRP. Pourtant, on peut espérer des gains importants en prenant en compte de manière simultanée tous ces maillons de la chaîne.

Nous proposons d'aborder le problème d'optimisation précédemment défini par une approche de décomposition heuristique faisant dialoguer un module dédié aux décisions de production et de distribution, et un module optimisant les tournées. Des règles assez simples sont pour l'instant définies pour échanger des informations entre ces modules et espérer converger vers de bonnes solutions. [Ce stage sera réalisé dans le cadre d'une collaboration avec l'Université de Brescia (Italie)]

## Objectifs :

- Etudier la littérature
- Etudier la complexité des différents modules
- Implémenter et améliorer l'approche définie et la comparer avec des variantes (à proposer)
- Evaluer l'intérêt de coupler planification de production et distribution

## Références :

L. Bertazzi, M.G. Speranza, M.W.P. Savelsbergh, Inventory routing, in: *The Vehicle Routing Problem: Latest Advances and New Challenges*, B. Golden, S. Raghavan et E. Wasil (eds.), Springer, 2008.

H.-C. Hwang, *Economic lot-sizing for integrated production and transportation*, Operations Research, vol. 58(2): 428-444, 2010.

## Durée et date du Stage

4 à 6 mois à partir de février/mars 2011. Stage rémunéré..

## Profil du candidat

Étudiant de M2 Recherche ou de 3ème année d'École d'Ingénieur ayant des bases en algorithmique, en optimisation combinatoire et en programmation.

## Lieu du stage

Ecole des Mines de Saint-Etienne, Site Georges Charpak (Gardanne, Bouches du Rhône)

## Contacts

Nabil Absi, Stéphane Dauzère-Pérès, Dominique Feillet, [absi,dauzere-peres,feillet@emse.fr](mailto:absi,dauzere-peres,feillet@emse.fr)