

GROUPE DE TRAVAIL BERMUDES

Christelle BLOCH, FEMTO-ST, Université de Franche-Comté, christelle.bloch@univ-fcomte.fr

David LEMOINE, LS2N, IMT Atlantique, david.lemoine@mines-nantes.fr

Sylvie NORRE, LIMOS, Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand, sylvie.norre@uca.fr

Site web : <http://www.gt-bermudes.fr/>

1. Contexte et problématique scientifique

Né en juin 1996 de laboratoires issus du GT « Ordonnement » (GT3 / Pôle SED / GdR Automatique / CNRS) et du projet EOWYN (action incitative DSPT8 en 1995 et 1996), Bermudes s'appuie sur 4 éléments principaux : la problématique générique « Ordonnement », une prépondérance de problèmes issus du contexte industriel, sa démarche de notation, classification, analogie, et un fonctionnement interactif au service des doctorants. Il est rattaché au GdR MACS depuis janvier 2003 et au GdR RO depuis janvier 2006. Les thématiques concernent les problèmes :

- d'ordonnement classique de la littérature (Job Shop, Flow Shop, Job Shop généralisé, Flow Shop Hybride, ...) ou problèmes dans un contexte d'atelier (FMSP, HSP, ...) incluant la gestion conjointe des ressources de transformation et de transport ;
- d'ordonnement de projet avec contraintes de ressources (RCPPS : Resource Constrained Project Scheduling Problem) intégrant ou non des contraintes particulières (ressources cumulatives, profil de demande variable, ...) ;
- de planification tactique (lot-sizing, MLLP, CLSP, MLSCSP, ...) dans la chaîne logistique avec une attention particulière portée aux problèmes de synchronisation verticale (entre les problèmes de planification et les problèmes d'ordonnement) et aux problèmes de synchronisation horizontale (entre les différents acteurs : fournisseurs, usines de production, clients).

Le groupe s'intéresse également à des thèmes connexes, au niveau décisionnel, tactique ou opérationnel et met l'accent sur les coopérations mêlant des compétences variées complémentaires. Ceci repose sur des réunions communes avec d'autres groupes de travail, voire d'autres GDRs et sociétés, en particulier le GDR RO (Recherche opérationnelle) et la ROADEF (Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision).

Pour avoir une approche complète, tant pratique que théorique, les travaux portent le plus souvent sur des problèmes industriels réels, initiés par une discussion avec les hommes de terrain pour analyser leurs besoins. Puis la modélisation et la résolution sont menées par différentes méthodes (exactes, approchées, hybridation, couplage optimisation – simulation, ...) pour l'évaluation des performances et l'aide à la décision.

L'objectif est de favoriser les échanges entre milieux académiques et industriels (promotion de la recherche), au sein de la communauté scientifique (définition de formalismes communs), entre étudiants et chercheurs confirmés.

2. Fonctionnement et activités

Le groupe contribue à l'organisation de plusieurs sessions par an consacrées à l'ordonnement dans différentes conférences. Il organise également des réunions dans le cadre des journées du GDR, dans lesquelles il est plus facile de maintenir le mode de fonctionnement ouvert et interactif voulu par les créateurs du groupe. Il travaille aussi au développement de relations au-delà des GdR, notamment avec les secteurs de production de biens ou de services, en particulier dans le cadre de thèses CIFRE ou de projets ANR. Actuellement, une démarche est en cours de développement pour favoriser la naissance de tels partenariats en s'appuyant sur des actions d'animation par les réseaux sociaux et d'organisation

de journées aux « thèmes ciblés » en fonction des sous-thématiques ainsi identifiées et structurées. Enfin, il mène également des travaux d'identification de problèmes, notation, classification, bibliographie et benchmarking, pour différents types de problèmes tels que le Flow Shop Hybride, le Hoist Scheduling Problem, d'autres types de problèmes d'ordonnancement avec transport et de la chaîne logistique. Certains travaux ont fait l'objet de projets soutenus par le GdR RO.

3. Eléments marquants

Depuis début 2014, Bermudes a organisé :

- **Plusieurs réunions dans le cadre des journées STP du GDR**, dont certaines communes avec d'autres groupes de travail : à Paris les 3 et 4 avril 2014 (2 sessions), les 5-6 février 2015 à Troyes (2 sessions et une plénière d'axe), le 25 novembre 2015 à Nantes (une session commune avec META), les 19 et 20 mai 2016 à Grenoble (deux sessions), les 3 et 4 novembre 2016 à Colmar (une session commune avec META et une session commune avec C2EI), les 9 et 10 novembre 2017 à Nancy (3 sessions dont 2 communes avec le groupe SED).
- **Plusieurs sessions dans diverses conférences**
 - MOSIM 2014, 5 – 7 novembre 2014, Nancy :
 - proposition d'une session « Problèmes d'ordonnancement, de planification et d'affectation de ressources dans les systèmes de production de soins » dans le track organisé par GISEH.
 - Proposition d'un track sur le thème « Ordonnancement et système de production de biens et de services », composé de 4 sessions :
 - « Ordonnancement et ressources humaines »
 - « Ordonnancement et intelligence grandissante des systèmes »
 - « Ordonnancement et planification de la production »
 - « Ordonnancement et transport »
 - MIM 2016, 28-30 Juin 2016, Troyes
Proposition d'une session « Scheduling and Production Planning”
 - ROADEF 2016, 10-12 Février 2016, Compiègne
Proposition d'un track « Ordonnancement et planification de la production » composé de deux sessions : « Ordonnancement, planification et ressources humaines » et « Ordonnancement, planification et transport ».
 - ROADEF 2017, 22-24 Février 2017, Metz
Proposition d'un track composé de trois sessions : « Planification et ordonnancement sous contraintes énergétiques et/ou environnementales », « Planification et ordonnancement : optimisation et prise en compte des contraintes et des risques financiers » et « Planification et ordonnancement en présence d'objets connectés ».
- **Les 20 ans du groupe à Clermont-Ferrand le 19 Décembre 2016**

Le 19 Décembre 2016 s'est tenu une journée consacrée **aux** 20 ans de Bermudes. Durant cette journée, un ensemble d'interventions de chercheurs confirmés autour de l'ordonnancement, de la planification de production et du lien entre les deux ont eu lieu. Conformément aux objectifs du groupe, des doctorants ont également pu présenter leurs travaux dans ces mêmes thématiques. Ensuite une table ronde sur l'évolution du groupe Bermudes a été organisée, évolution devenue nécessaire par l'apparition de nouveaux groupes de travail tels que P2LS (Planification Production, Lot-Sizing)
- **Deux journées conjointes avec le groupe Gotha du GdR RO les 26 et 27 septembre 2017 à Tours**
- **Un nouveau site web** : <http://www.gt-bermudes.fr/>

Un nouveau site web a été mis en ligne. Outre une présentation du groupe de travail, on y retrouve les prochains événements « Bermudes » ainsi que les différentes présentations qui ont été faites lors des différentes sessions organisées par le groupe.

4. Prospectives

On assiste ainsi depuis plusieurs années à un début de transition des entreprises vers le numérique : une mutation profonde que l'on retrouve souvent sous le concept de « l'industrie du futur », qui définit l'entreprise comme devant être connectée, réactive aux besoins clients et respectueuse de l'environnement et des travailleurs. Alliant ceci au réchauffement du climatique et les perspectives de raréfaction de la ressource, cette transformation ouvre également un vaste champ à l'optimisation des consommations énergétiques puisque cette dernière en devient l'un des objectifs majeurs. Aussi, les préoccupations du groupe de travail Bermudes se situent résolument au cœur des problématiques adressées par l'industrie du futur et, en particulier, celles des « smart factories ».

Pour répondre aux défis que posent ces nouveaux paradigmes, le groupe de travail Bermudes a commencé à évoluer sur ses thématiques, passant de celles originelles d'ordonnancement à l'ordonnancement intégré qui prend en compte la diversité des activités (production, transport, maintenance...), d'acteurs et d'enjeux (humains, environnementaux, énergétiques...) dans un même système complexe plutôt qu'en les adressant séparément. Ainsi, les problématiques d'ordonnancement intégré prennent en compte :

- des problématiques connexes à l'ordonnancement (par exemple, les tournées de véhicule, la maintenance des systèmes de production, leur reconfiguration etc.)
- des éléments contextuels tels que les contraintes environnementales, énergétiques et humaines, les évolutions numériques (Internet des objets etc.) tout en tenant compte des besoins en robustesse et en réactivité induits par ces systèmes connectés.

Par conséquent, les systèmes étudiés sont de plus en plus complexes par leur hétérogénéité, leur connectivité, leur dynamique, leur dimension multi-échelles et multi-acteurs. Le Groupe de travail Bermudes se propose donc de les modéliser, d'évaluer leurs performances (logistique, environnementale, énergétique etc.) et de les optimiser opérationnellement. Reprenant sa démarche de notation et de classification, Bermudes s'attachera à qualifier les nouvelles problématiques rencontrées, à étudier les liens qui les unissent ainsi que leurs analogies afin d'en extraire des propriétés structurelles communes ouvrant la porte à des méthodes d'optimisation performantes dans un contexte industriel.

S'appuyant sur ses fortes interactions avec le monde industriel, Bermudes continuera à travailler sur des problématiques originales, faisant apparaître des contraintes parfois atypiques et pouvant faire appel à des techniques ne relevant pas de la programmation mathématique ou de la recherche opérationnelle, notamment la simulation à évènement discret. C'est pourquoi le groupe souhaite développer des interactions plus fortes avec d'autres groupes de travail tel que SED (Système à Evènement Discret). De plus, afin de renforcer ses aspects plus fondamentaux en ordonnancement intégré et pour assurer une assise théorique plus forte sur les nouvelles problématiques issues de l'usine du futur, le groupe de travail se pose également la question d'un rapprochement plus étroit avec le groupe de travail GOTHa du GDR RO qui se trouve être sur des approches plus théoriques liés à des problématiques d'ordonnancement plus académiques. Nous précisons par ailleurs que deux réunions communes avec ces groupes ont été organisées, l'une en Septembre et l'autre en Novembre dernier.

Sur le plan international, le rapprochement envisagé avec GOTHa nous permettra également de nous appuyer sur le groupe PMS d'EURO dont les travaux plus théoriques pourront nourrir nos réflexions sur la résolution de problèmes de grande taille d'ordonnancement intégré, confortant ainsi notre capacité à adresser des problématiques issues du monde industriel.