

Optimisation des transports avec contraintes de synchronisation

Colloque IMT – 9 octobre 2018

Olivier Péton

Département Automatique Productique Informatique
IMT Atlantique
olivier.peton@imt-atlantique.fr

La logistique et les transports dans l'industrie du futur



- Logistique du dernier kilomètre
- Massification, mutualisation
- Chaîne logistique collaborative
- Multi-canal, complexification des flux
- Multi-modalité
- Connexion des systèmes logistiques
- Planification optimisée

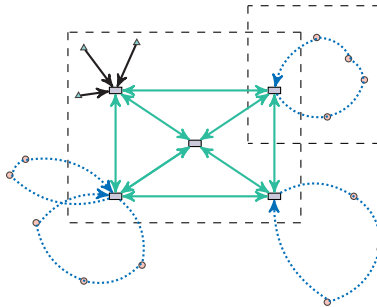
- Tracabilité
- Connexion des systèmes d'information
- Synchroniser production et flux logistiques
- Agilité, chaînes logistiques reconfigurables
- Produits en fin de vie
- Diminuer l'encombrement, les emballages

Problèmes d'optimisation des transport avec synchronisation

Définition (Drexl, 2012)

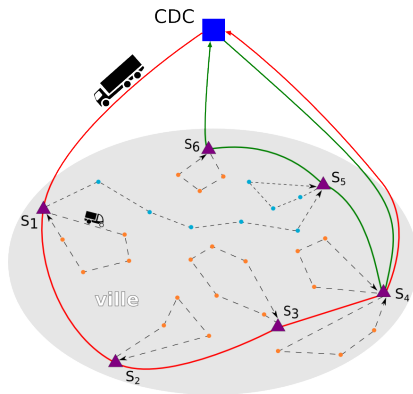
A VRP with multiple synchronization constraints is a vehicle routing problem in which more than one vehicle may or must be used to fulfill a task.

Extension à tous les problèmes d'optimisation des transports avec interdépendances entre tournées/véhicules.



Exemple 2: Problème de tournées de véhicules à 2 échelons avec synchronisation aux satellites

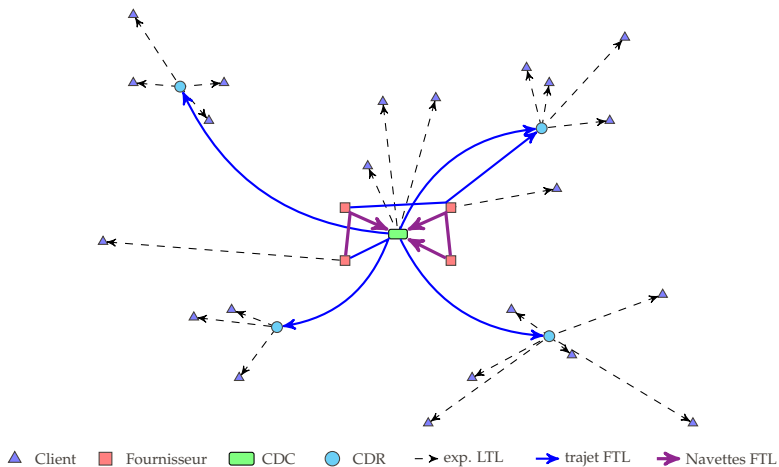
Thèse Philippe Grangier (2015)



Synchronisation exacte d'opérations

Exemple 3 : Conception d'un réseau collaboratif de distribution

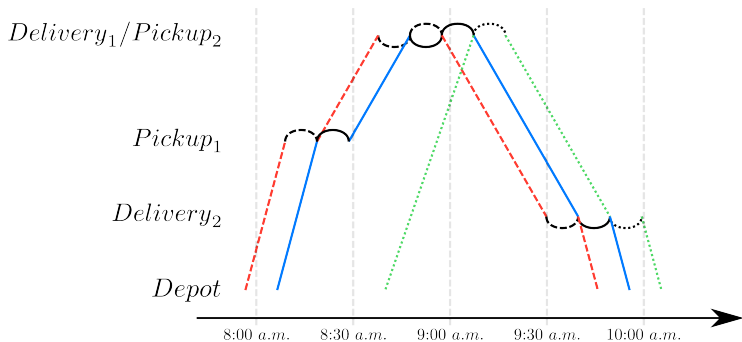
Projet FUI Vegesupply (2013-2016)



Synchronisation d'opérations par des acteurs différents

Exemple 4 : The full truckload pickup and delivery problem with resource synchronization

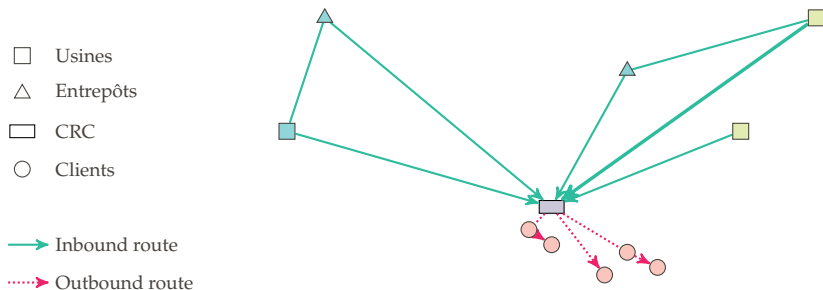
Thèse Axel Grimault (2016)



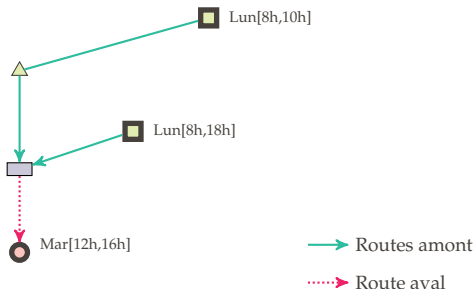
Synchronisation sur les ressources (véhicules)

Exemple 5 : Distribution collaborative via les Centres de Routage Collaboratifs (CRC)

Thèse Juliette Medina (2016)



Synchronisation production / distribution



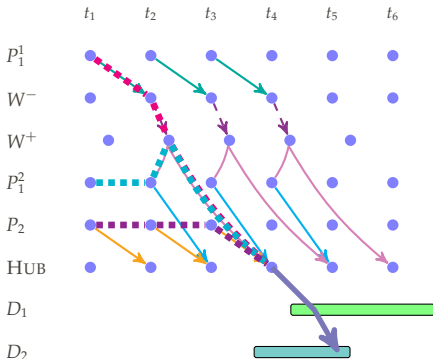
Merge-in-transit

- Une commande = plusieurs lignes de commande sur des sites de production distincts.
- Fenêtres horaires pour la production, le transport et la livraison.
- Regroupement de la commande obligatoire avant livraison.

Concilier temps discrétisé et temps continu

Deux échelles de temps

- Réseau national : horizon hebdomadaire, temps discrétisé.
- Réseau régional : livraison aux clients, temps continu.



Approche suivie (thèse J. Medina, 2016)

- Création d'un réseau espace-temps en amont, et d'un réseau de commandes en aval.
- résolution par génération de colonnes, hybridation avec recherche tabou pour la résolution du modèle aval.

Problèmes de réalisabilité

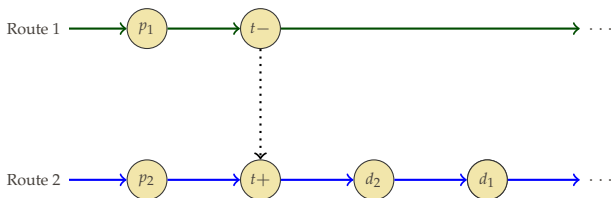
Deux contraintes difficiles en présence de synchronisation

- Temps de trajets individuels limités (DARP)
- Durée des tournées limitées

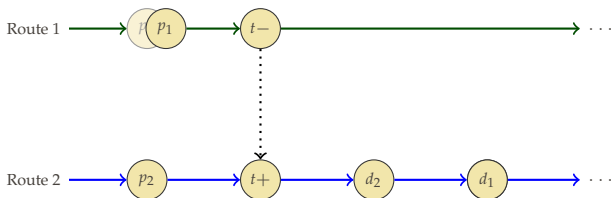
Conséquence négative

- Les routes sont interconnectées aux points de transfert...
- ...donc modifier une route peut rendre une autre route non réalisable.

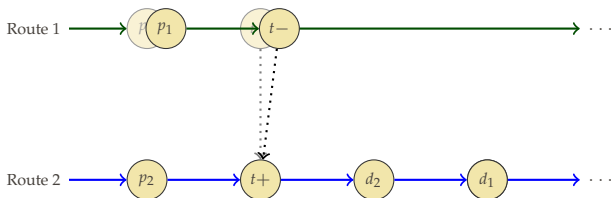
Problèmes de réalisabilité: exemple



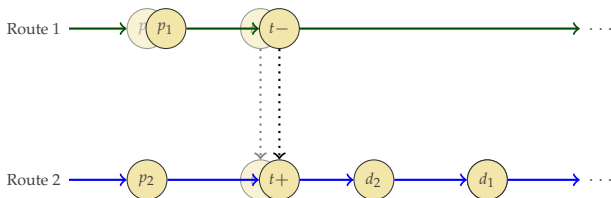
Problèmes de réalisabilité: exemple



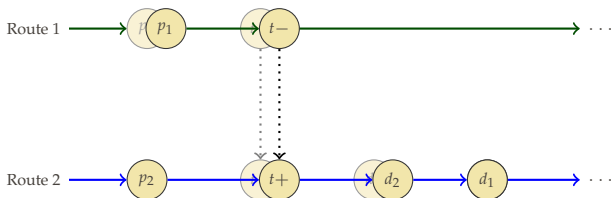
Problèmes de réalisabilité: exemple



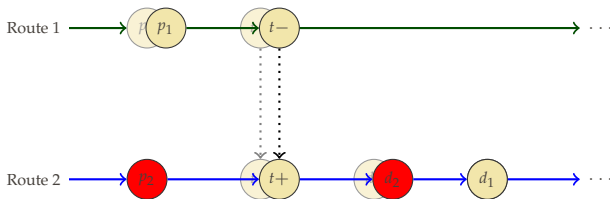
Problèmes de réalisabilité: exemple



Problèmes de réalisabilité: exemple

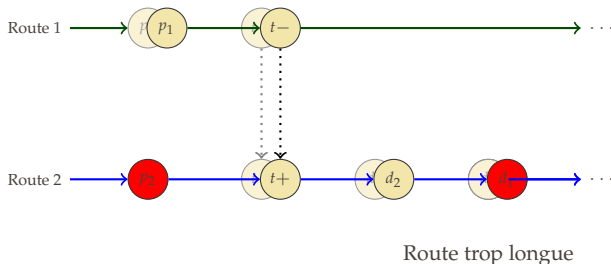


Problèmes de réalisabilité: exemple



Temps de trajet trop long pour requête 2

Problèmes de réalisabilité: exemple



Solutions proposées

Problème de Collecte et Livraison avec transferts (Masson et al. 2013)

- De nombreuses méthodes heuristiques modifient localement la solution courante...
- ...mais une modification locale peut avoir des conséquences globales.
- Extension de la notion de Forward Time Slack.
- Test en temps constant de la réalisabilité de l'insertion d'une requête.

Dial-A-Ride Problem avec transferts (Masson et al. 2014)

- Temps de trajets individuels limités (DARP).
- Test d'une insertion = Simple Temporal Problem : utilisation possible de l'algo BFCT (Tarjan, 1981). Complexité $o(nm)$: trop long.
- Proposition de 2 conditions nécessaires et 2 conditions suffisantes pour éviter le recours à BFCT.

Projet CRC Open Network (2016-2020)

Contribuer à la construction de l'internet physique en France

- Transport multimodal longue distance et distribution locale
- Mutualisation amont et aval
- Possibilité de livraison directe aux clients sans passer par les CRC



ANR OPUSS: Optimization of Urban Synchromodal Systems (2018-2021)

Verrous scientifiques

- 1 Tournées de véhicules avec choix des points de livraison
- 2 Modèles de distribution multi-modaux multi-échelons avec véhicules actifs et passifs
- 3 Intégration transport privé / transport public

Projet ANR

- 1 Partenaire : Université Johannes Gutenberg, Mainz (Stefan Irnich)
- 2 Thèse Dorian Dumez (2018-2021) co-encadrée avec Fabien Lehuédé
- 3 **Workshop Synchrotrans 2019, à Nantes, en Septembre 2019**

Conclusion générale

- Les nouvelles technologies et pratiques logistiques permettent des gains non négligeables, au prix d'une complexité accrue de la chaîne logistique.
- Maîtriser cette complexité est un facteur clé de réussite.
- Perfectionnement des algorithmes d'optimisation des transports, intégration transport et ordonnancement.
- Toute décision locale peut avoir des conséquences à l'autre bout de la chaîne.
- Défi scientifique : construire des solutions robustes.

Optimisation des transports avec contraintes de synchronisation

Colloque IMT – 9 octobre 2018

Olivier Péton

Département Automatique Productique Informatique
IMT Atlantique
olivier.peton@imt-atlantique.fr