

**FICHE DE PROPOSITION DE SUJET DE THESE  
POUR UNE CONVENTION CIFRE  
« CAMPAGNE 2019 »**

Direction : Ingénierie de la Production Véhicule Alliance

Service : DPIC

Tuteur proposé : Philippe DUDOUIT

TITRE DE LA THESE : Modéliser, analyser et prévoir la performance des implantations globales des sites industriels automobiles

## **1/ Descriptif du thème de recherche et du sujet de thèse associé (1 page maximum) :**

Le plan de masse des sites industriels automobiles (implantation globale de l'ensemble des bâtiments de production et infrastructure associée) est un élément clé de leur sécurité, de leur capacité, de leur performance et de leur flexibilité. Les enjeux économiques (investissement initial + coûts d'exploitation et de maintenance) étant énormes, il est donc indispensable de définir des règles de dimensionnement pragmatiques, robustes et quantitatives, et de disposer d'outils de mesure et de contrôle de leur respect et de leur adéquation à un contexte, lui-même évolutif.

- Pour la conception de nouvelles usines (projets de sites 'greenfield') ces règles et outils doivent permettre de réussir un plan d'usine 'bon du 1er coup'.
- Pour les sites industriels existants, l'analyse du plan de masse, corrélée à d'autres analyses, doit permettre de proposer des optimisations pertinentes et rentables, lors de l'élaboration des schémas directeurs pluri-annuels.

Une première étude a permis de développer et déployer deux premiers lots couvrants :

- La simplicité (LEAN) du schéma de flux sur un site industriel, induit par la localisation relative des différentes activités (Flux courts, croisements évités ou limités)
- La compacité des principaux ateliers de production

Dans le prolongement de cette étude, l'objet des travaux de la thèse proposée consiste à approfondir, à minima, 2 nouveaux axes complémentaires, s'avérant a priori d'un niveau de complexité encore accru et requérant de la modélisation :

- La compacité du site industriel dans sa globalité, rapprochée des inducteurs structurants
- L'adéquation entre le réseau de voies de circulation interne au site et le trafic qu'elles doivent supporter (intitulé 'densité de trafic' dans la suite du document)
  - Voies partagées entre plusieurs types de circulations (camions, trains de bases roulantes tractées par un conducteur, trains de bases roulantes automatisés, ...)
  - Fréquences (et autres caractéristiques structurantes telle que la vitesse, longueur, rayons de giration, ...) de ces différentes circulations

### **Etat de l'art**

- Le dimensionnement des densités de trafic est une problématique connue et bien documentée pour l'étude des trafics routiers. En revanche, pour tout ce qui touche au dimensionnement des flux internes aux sites industriels, ils n'existent que des études (approche par ratio ou fréquence) très limitées et rien sur l'étude de système complexes prenant en compte la cohabitation multi-engins (camions, trains de bases roulantes tractées par un conducteur ou automatisés, ...)
- Il existe très peu de références sur la performance des implantations globales des sites industriels. Plusieurs études traitent des ratios surfaces occupées par rapport au volume produit (et au type de production) ou encore de l'impact des taux d'intégration mais il n'y a pas d'étude proposant une approche globale (Compacité et position des surfaces + longueurs, simplicité et densité des flux) et sur un scope sites industriels complet.

#### **➤ Exemples d'approches locales/limitées**

- "Agencement et ordonnancement d'un atelier de l'industrie automobile et aéronautique", YALAOUI
- "Optimization of factory floor layout in a complex manufacturing process", KANDUČ & RODIČ
- "Optimal plant layout considering the safety instrumented system design for hazardous equipment", DE LIRA-FLORES
- "Manufacturing System Configuration: Flexibility Analysis for Automotive Mixed-Model Assembly Lines" LAFOU

### **Verrous scientifiques adressés**

Cette thèse se propose de combiner 3 approches théoriques universitaires sur les domaines de la topologie (modélisation des réseaux et interconnexions), du dimensionnement des réseaux (objets différents, fonctions différentes, vitesses différentes) et de l'urbanisme (Performance, flexibilité et cohérence du positionnement des infrastructures) et de les appliquer au monde industriel.

## **2/ Objectifs et contribution aux axes R&AE de Renault** (1/4 page maximum) :

L'Ingénierie de Production Véhicule Alliance est responsable :

1. D'améliorer la performance actuelle des sites industriels
2. De challenger la performance future via l'automatisation massive des circuits de distribution inter-bâtiments (Rupture Industry 4.0) en déployant des engins autonomes en lieu et place de tracteurs pilotés par des opérateurs.

Cette future automatisation massive requiert, pour être faisable et viable économiquement :

- Des solutions techniques (AMH, ...) adaptées aux conditions et repères extérieurs
- Des flux les plus courts et les plus simples possibles (sans croisement avec d'autres flux)
- Une spécification très claire des possibilités de cohabitation, sur une voirie partagée, de ces convois autonomes avec les autres véhicules circulant (yc poids lourds)

Ce sujet de thèse répond intégralement aux 2 axes de développements présents et futurs en fournissant les connaissances et outils pour :

- Analyser, mesurer et challenger la performance des implantations actuelles
- Construire/transformer les implantations pour les rendre compatibles avec la rupture à venir

**Le sujet proposé est donc un point clé pour le manufacturing 4.0 de nos usines.** Si les plans de masse de nos sites et leurs schémas de fonctionnement des flux ne sont pas adaptés, il sera impossible de déployer le bon niveau d'engins automatiques et d'opérer la rupture de performance attendue.

## **3/ Intérêt du travail de Recherche pour l'Entreprise** (3/4 page maximum) :

Le sous-domaine d'expertise Architecture usine, spécialité Plan de masse usine, développé en partenariat au sein de l'Alliance, a pour objectifs (conformément aux principes directeurs de l'Alliance Production Way) :

- L'optimisation des investissements et coûts de construction (nouvelles usines et restructurations lourdes)
- L'augmentation de la performance des usines existantes

Cette étude sera une composante majeure du renforcement de cette spécialité.

L'étude doit en effet permettre, par la modélisation et l'outillage de spécifications clés :

- Le dimensionnement des sites au juste nécessaire, pour optimiser l'acquisition et l'allocation du foncier
- Le dimensionnement des voiries au juste nécessaire, pour éviter des points bouchons (goulots d'étranglement), tout en évitant une allocation et un équipement inutilement surdimensionnés
- L'identification des leviers d'optimisation (schémas directeurs) des sites existants (implantations et plans de circulation)
- La prédisposition des usines au déploiement de tracteurs auto-guidés sur des voiries partagées

## **4/ Description des activités de recherche** (1 page maxi) :

**Les principaux livrables attendus sont :**

- Volet 'Compacité des sites industriels' :
  - Une méthode pour qualifier la compacité des sites industriels automobile (Compacité dans l'absolu, Compacité rapportée aux principaux inducteurs)
  - Une analyse des corrélations possibles entre compacité du site, performance de l'usine (globale et ciblée, telle que effectifs logistiques alloués aux transports inter-bâtiments, ...),

cotation du layout de l'usine, richesse des activités réalisées sur le site, compacité des principaux composants, ...

- Une méthode pour préconiser les optimisations pertinentes, pour un site donné
- Volet 'Densité de trafic sur les voiries à l'intérieur du site' :
  - Une méthode pour analyser et valider l'adéquation entre le trafic prévu et les caractéristiques physiques des voiries empruntées
  - L'expérimentation de la méthode sur les usines présentant a priori des densités de circulation critiques

**La création d'un outil d'aide au dimensionnement, combinant topologie, réseau et urbanisme, corrélé par les POC numériques et physiques et par une expérimentation à l'échelle 1 de l'outil complet.**

#### **Organisation envisagée :**

1. Affiner le cadrage (en particulier pour le volet densité de trafic), afin de bien identifier les besoins et attentes (Interview des métiers concernés + confrontation avec la littérature)
2. Identifier les liens et potentielles synergies entre les 2 volets de l'étude (densité de trafic et compacité), pour proposer la meilleure structuration : massivement parallèle, totalement séquentielle, imbriquée, ...

Puis pour chacun des 2 volets :

3. Réaliser un état de l'art (interne et externe) via une analyse bibliographique des différents domaines impactés permettant de proposer une 1<sup>ère</sup> palette de pistes de travail et préparer une pré-sélection pour ne retenir que les 2 les plus prometteuses
4. Réaliser un 'Proof Of Concept' pour chacune des 2 solutions en short-list.
5. Définir la méthode d'analyse et d'aide au dimensionnement
6. Rendre opérationnelle la méthode retenue via la création d'un outil
7. Réaliser une expérimentation pilote, en partenariat avec 1 à 3 sites industriels
8. Consolider et analyser les résultats pour valider la méthode

Pour bon nombre de ces étapes, l'étude nécessitera à la fois :

- De la recherche documentaire (état de l'art pour le contenu détaillé de l'étape considérée)
- De la conception d'algorithme d'analyse
- L'utilisation d'un outil de simulation (pour l'étude 'Densité de trafic')
- La définition et industrialisation d'une méthode d'analyse et d'aide au dimensionnement
- L'talonnage via la collecte de données réelles auprès de sites industriels
- L'expérimentation pratique sur site