



**HAL**  
open science

**Contribution à la modélisation de la Supply Chain pour  
le pilotage, l'évaluation de la performance et  
l'intégration des technologies de l'industrie 4.0 :  
Application au cas automobile de PSA Maroc**

Yousra El Kihel, Anne Zouggar-Amrani, Yves Ducq

► **To cite this version:**

Yousra El Kihel, Anne Zouggar-Amrani, Yves Ducq. Contribution à la modélisation de la Supply Chain pour le pilotage, l'évaluation de la performance et l'intégration des technologies de l'industrie 4.0 : Application au cas automobile de PSA Maroc. CNRIUT 2023 Saint Pierre - La Réunion, Jun 2023, Saint Pierre (La Réunion), France. hal-04364113

**HAL Id: hal-04364113**

**<https://hal.science/hal-04364113v1>**

Submitted on 26 Dec 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Contribution à la modélisation de la Supply Chain pour le pilotage, l'évaluation de la performance et l'intégration des technologies de l'industrie 4.0 : Application au cas automobile de PSA Maroc

---

Yousra El kihel<sup>1</sup>

yousa.el-kihel@u-bordeaux

Anne Zouggar-Amrani<sup>3</sup>

anne.zouggar@u-bordeaux.fr

Yves Ducq<sup>2</sup>

yves.ducq@u-bordeaux.fr

<sup>1</sup> IUT de Bordeaux, Université de Bordeaux

Département Management de la Logistique et des Transports (MLT), 33072 Bordeaux, France  
Laboratoire de l'intégration du Matériau au Système, UMR 5218 CNRS, 33405 Talence, France

<sup>2</sup> IUT de Bordeaux, Université de Bordeaux

Département Hygiène Sécurité Environnement (HSE), 33170 Gradignan, France  
Laboratoire de l'intégration du Matériau au Système, UMR 5218 CNRS, 33405 Talence, France

<sup>3</sup> Collège Sciences et Technologies, Université de Bordeaux

Laboratoire de l'intégration du Matériau au Système, UMR 5218 CNRS, 33405 Talence, France

**Thèmes** – *Génie Industriel – Logistique.*

**Résumé** – *Le terme Supply Chain (SC) vient de l'anglais qui signifie littéralement « chaîne d'approvisionnement ». La SC est un réseau de partenaires dans lequel circule un ensemble des flux et s'opère plusieurs processus et activités, depuis l'approvisionnement, la fabrication jusqu'à sa livraison au client final. La modélisation et la mesure de la performance des supply chains ont été largement abordées par les chercheurs et les entreprises. Aucun des modèles développés n'est spécifiquement orienté pour le pilotage de la conception et de l'exploitation de la SC. Cet article présente une nouvelle méthodologie de recherche utilisant un modèle de référence appelé GRAILOG pour saisir les décisions et les KPI associés pour contrôler la SC. Ensuite, la méthodologie PPTech IP est décrite et appliquée pour accompagner l'entreprise sur la transformation digitale pertinente pour améliorer ses performances. Cette méthode a été appliquée à PSA qui entre dans l'ère de l'industrie 4.0. Les résultats obtenus fournissent plusieurs informations intéressantes sur les indicateurs de contrôle de PSA.*

**Mots-Clés** – *Modélisation, Supply Chain, Industrie 4.0, Indicateur de performance*

# 1 Introduction

Compte tenu de la complexité de la SC actuelle, il est nécessaire de modéliser la SC de la manière la plus complète et structurante possible afin de la concevoir, et de l'exploiter de la manière la plus cohérente possible. La modélisation de la SC doit permettre entre autres le meilleur contrôle de la SC afin d'améliorer les performances. L'objectif de ce papier est de montrer un travail de recherche qui a permis de développer des modèles de référence de pilotage pour la conception, l'exploitation, la mesure de performance et l'implantation des technologies de l'industrie 4.0 pour les SC. Le document est structuré comme suit, la première partie présente l'état de l'art sur la modélisation et le suivi de la SC, puis une méthodologie pour mesurer le Potentiel de Progrès (PP) lors de la conduite de la transformation 4.0 est construite sur la base des modèles de référence de pilotage. Ainsi, finalement, la mise en œuvre du modèle PPTechIP est fournie dans l'industrie automobile avec une application dans PSA - site marocain.

# 2 Revue littérature

Dans cette section, nous présentons la nécessité de modèle pour faciliter l'évaluation des performances et nous concentrons cette partie sur les modèles existant pour cette évaluation.

## 2.1 Modeles d'évaluations de performance de la SC

Les modèles d'évaluation de la performance sont considérés comme des outils de gestion qui permettent d'évaluer l'existant d'un système afin d'orienter les changements stratégiques futurs.

D'après la revue de la littérature [1 ; 2 ; 3], de nombreuses méthodes ont déjà été développées sur la base de modèles pour mesurer la performance des grandes entreprises industrielles. Parmi les modèles les plus connus en logistique (Tableau 1), on peut citer : Le modèle SCOR , le modèle ECOGRAI , le modèle EVALOG , le guide logistique ASLOG et le VRM. De cette étude il en ressort que tous ces modèles proposent un modèle de processus et des indicateurs, mais à l'exception de GRAI, aucun d'entre eux ne présente un modèle de référence décisionnel. Plus précisément ECOGRAI a été le modèle qui était le plus susceptible de répondre aux problématiques de pilotage, conception et évaluation de la SC automobile internationale.

# 3 Méthodologie

Dans ce travail, La méthodologie propose de construire un modèle d'aide à la décision de SC pour aider les

entreprises à surmonter leurs faiblesses en matière de technologies de l'industrie 4.0. Cette approche est basée sur une analyse de la contribution des technologies aux différentes décisions, fonctions et Key Performance Indicators (KPIs).

Tableau 1– Comparaison des modèles d'évaluations de la SC

Critères de comparaison		SCOR	AFNOR	SCM	ASLOG	BSC	EVALOG	GRAI	VRM
Secteur	Industrie						×		
	PME			×					
	Tous les secteurs	×	×		×	×		×	×
Modélisation	Distribution					×			×
	Processus	×			×				×
	Déictionnel								
Niveau décisionnel	Indicateurs	×			×				×
	Niveau stratégique		×	×		×			
	Niveau tactique	×	×	×	×		×	×	×
Flux d'analyse	Niveau opérationnel	×			×		×	×	×
	Flux physique	×	×						
	Flux information	×	×	×	×	×	×	×	×
Benchmarking	Flux financier	×	×		×	×	×		×
	Interne	×	×	×	×	×	×		×
Indicateurs de référence	Externe	×				×	×		
		×	×		×	×			

SCOR : Supply Chain Operations Reference  
 SCM : Supply Chain Master  
 VRM : Value Chain Group  
 BSC : Balanced Scorecards  
 AFNOR : L'association Française de NORMALISATION  
 EVALOG : EVALOG GLOBAL  
 GRAI : Graphs with Results and Actions Inter-related  
 ASLOG : Association Française de la Supply Chain et de la logistique

La figure 1 présente la méthodologie PPTechIP qui signifie « *Potentiel de Progrès des Technologies 4.0 afin de smartiser les Indicateurs de Performance* ». La partie suivante présente la méthodologie en détaillant chaque étape.

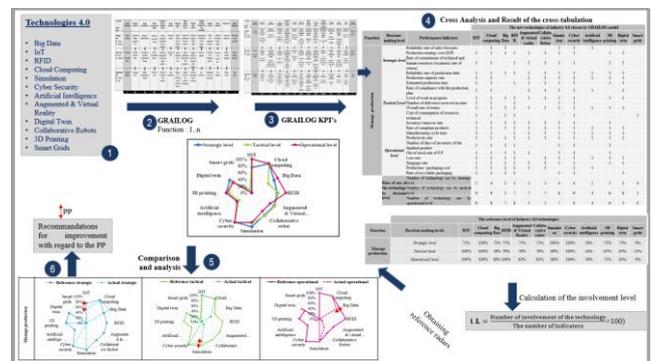


Figure 1 – Méthodologie du PPTechIP : Étapes et résultats attendus

**Étape 1 – Établir l'ensemble des technologies d'industrie 4.0 :** La première étape consiste à établir l'ensemble des technologies I4.0 jugées les plus pertinentes dans l'industrie [4]. Les technologies sélectionnées sont les suivantes : big data/Intelligence Artificielle, RFID, jumeau numérique, cloud computing, réalité augmentée et virtuelle, cybersécurité, Internet des objets, réseaux intelligents, robots collaboratifs, fabrication additive, apprentissage automatique, simulation.

**Étape 2 – GRAILOG : modèle décisionnel de SC :** Pour le pilotage et le suivi des activités de la SC, nous

avons proposé pour tout type d'entreprise un modèle de référence appelé GRAILOG construit sur la base de la méthode GRAI.

**Étape 3 – Identification des KPIs : Grille KPI GRAILOG :** La troisième étape consiste à construire une grille de KPI qui a été définie sur la base de la grille GRAILOG. Les KPI ont été définis en utilisant ECOGRAI et sont ainsi liés aux décisions et aux objectifs. Les indicateurs sont aussi sélectionnés sur une recherche approfondie des trois modèles de mesure de la performance (SCOR, ASLOG, BSC).

**Étape 4 – L'étude de croisement : technologies et**

**Indicateurs :** L'objectif de cette étape est de proposer une analyse de contribution de chaque technologie 4.0 à la fiabilisation de l'indicateur KPI considéré sous l'hypothèse suivante : « *Certaines technologies 4.0 sont plus adaptées à la construction, la fiabilisation et la smartisation de certains KPI plutôt que d'autres* »

**Étape 5 – Comparaison et analyse :** Dans cette étape on identifie un niveau de référence de l'usage de technologie 4.0 par une représentation radars.

**Étape 6 – Analyse de la marge de progression par le calcul du PP :** la dernière étape consiste en un comparatif entre l'état de référence et le niveau d'intégration actuel de l'entreprise qui sera mené pour déduire le « potentiel de progrès » que l'entreprise pourra espérer. Un algorithme a été construit qui permet l'automatisation de la méthodologie PPTech IP et une analyse plus approfondie. Nous présentons par la suite l'application de notre modèle au sein d'un constructeur automobile.

## 4 Application

La méthodologie PPTech IP a été appliquée au sein du constructeur automobile français PSA (maintenant appelé Stellantis) site Kenitra Maroc construit en 2015, qui emploie environ 600 personnes et qui assemble 200000 véhicules par ans dont la 208. La validation du modèle est réalisée et suivi par une équipe d'ingénieurs. Les entretiens, échanges et validations ont eu lieu en étroite collaboration avec le Responsable production et le responsable logistique.

La collaboration avec PSA a duré 4 mois. Le déploiement s'est effectué sous forme d'interviews qui ont eu lieu à distance (dans le contexte sanitaire Covid19).

### 4.1 Résultats et discussions

L'étude de cas menée chez PSA a révélé plusieurs retours positifs relatifs à PPTech IP :

- La possibilité de modéliser le juste nécessaire (traiter le volet pilotage de la SC qui intéressait PSA) : GRAILOG-Exp
- La possibilité de traiter les priorités pour PSA :

choix des fonctions pivots

- La possibilité de concevoir des KPI en accord avec les besoins et l'aisance avec laquelle, le manager peut sélectionner les KPI adéquats.
- La possibilité de disposer d'outils simples, pertinents et visuels grâce à la représentation en radars pointillés, et plein.
- La possibilité de disposer d'un TDB de pilotage de PP rendu possible avec le tableau d'alerte.
- La possibilité d'identifier les marges de progrès (PP) pour faire évoluer les investissements en technologies de l'industrie 4.0 et réaliser une transition numérique.

## 5 Conclusions

Dans ce travail de recherche, une méthodologie a été mise au point, en commençant par la modélisation des décisions de SC, déduisant les fonctions prioritaires et construisant les KPI requis pour le suivi et la surveillance. Un modèle de référence pour la SC nécessite : la structuration, l'exhaustivité, la couverture, la reproductibilité et la duplicabilité. Ensuite, ce travail présente la méthodologie PPTech IP et propose un algorithme pour soutenir la sélection des technologies de l'industrie 4.0 en relation avec la fiabilité des KPI. PSA Kenitra, connu pour sa SC complexe, son contexte international et pour ses ambitions de progrès et de développement, a été choisi pour vérifier et valider PPTech IP et représentait un champ d'application favorable et intéressant. Ce modèle a été apprécié par le Groupe PSA pour sa capacité structurante, son approche modulaire et son aptitude de duplication par des KPI clés.

## 6 Remerciements

Nous remercions chaleureusement l'équipe de PSA Kenitra qui a permis le déploiement et la validation du modèle PPTech IP et de la grille GRAILOG.

## Références

- [1] DUCQ, Yves. *Evaluation de la performance d'entreprise par les modèles*. 2007. Habilitation à diriger des recherches. Université Sciences et Technologies-Bordeaux I.
- [2] FENDER, Michel et PIMOR, Yves. *Logistique & supply chain*. Dunod, 2016.
- [3] MAJUMDER, Debasish, BHATTACHARJEE, Rupak, et DAM, Mrinmoy. Modèle de mesure de la performance de la chaîne d'approvisionnement floue basé sur SCOR 12.0. Dans : *L'informatique intelligente en ingénierie*. Springer, Singapour, 2020. p. 1129 à 1139.
- [4] EL KIHHEL, Youssa. *Contribution à la Modélisation de la Supply Chain pour le Pilotage, l'Evaluation de la Performance et l'Intégration des Technologies de l'Industrie 4.0: Application au cas Automobile de PSA Maroc*. 2021. Thèse de doctorat. Bordeaux.