18-20 mai 2022 - Clermont-Ferrand 14èmes Rencontres de l'AIRL-SCM

LA LOGISTIQUE ET LE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT A LA CROISEE DES CHEMINS

MISE EN ŒUVRE D'OUTILS D'AIDE A LA DECISION POUR UNE PLANIFICATION INTEGREE DES ACTIVITES DE LA SUPPLY CHAIN MINIERE

Asma Rakiz a,b* et Pierre Féniès a,b

[a]LARGEPA, PARIS-PANTHÉON-ASSAS UNIVERSITÉ, 75006, Paris, France; [b]EMINES, UNIVERSITÉ MOHAMMED VI Polytechnique, 43150, Benguerir, Maroc

{asma.rakiz*;pierre.fenies}@u-paris2.fr

Mise en œuvre d'outils d'aide à la décision pour une planification intégrée des activités de la *Supply Chain* minière

L'optimisation des systèmes de production représente un enjeu majeur pour les industriels. Parmi les problèmes couramment abordés dans la littérature, la planification des systèmes logistiques est au cœur de nombreux sujets de recherche. Son but est de livrer aux clients des produits en quantité demandée et au moment voulu, au coût de revient le plus bas. Autrement dit, l'enjeu est de trouver un équilibre entre le taux de satisfaction de la demande et les différents coûts engendrés par la fabrication effective de la demande (production, stockage etc.). Or, dans un système logistique les contraintes et paramètres de performance qui régissent ses sous-systèmes s'avèrent parfois conflictuels, voire contradictoires. Dans cette recherche, nous avons choisi de mener une réflexion sur le système logistique dans sa globalité, en intégrant l'ensemble des maillons et en optimisant simultanément l'ensemble des décisions relatives au flux physique à savoir la production, le stockage et le transport. Traditionnellement, l'approche adoptée consiste à traiter séparément ou bien séquentiellement les décisions de planification et de transport. Ceci revient à planifier la production et/ou le stockage puis ensuite intégrer ces décisions pour planifier le transport en conséquence. Or résoudre localement les problèmes de planification d'une chaine logistique pourrait engendrer une augmentation non négligeable du coût global. Dans ce cadre, le présent travail propose de résoudre un problème industriel survenant dans un milieu industriel minier, intégrant trois problèmes de décisions classiques de 'supply chain management', à savoir, la planification de production, de stockage et du transport. Partant d'un cas réel, l'originalité de ces travaux de recherche viens de l'ajout de variables opérationnelles telles que le transport des produits finis par voie ferroviaire, les fenêtres de temps de livraison des produits finis ainsi que d'autres caractéristiques du système de production telle que la production multi-modes. Les approches proposées ont pour objectif de mettre en évidence les bénéfices de l'intégration des décisions, en termes de minimisation de coûts, d'amélioration de la performance et de flexibilité offerte au système de production. Bien que le point de départ de notre recherche soit un problème industriel émanant de notre partenaire industriel OCP. Nous avons conçu des solutions transposables sur tout système logistique présentant des caractéristiques similaires à ceux du système minier étudié.

Mots clés : logistique; industrie minière ; intégration des décisions ; outil d'aide à la décision

INTRODUCTION

L'intégration des systèmes logistiques par le Supply Chain Management

Mondialisation des marchés, essor des moyens de transport, économie de la concurrence, libéralisation des échanges internationaux, et surtout progrès sans précédent des technologies de communication, sont autant de facteurs qui ont condamné à l'obsolescence les approches locales de management des systèmes industriels. Autrefois, centrées sur l'amélioration locale de leurs outils de production (dans le sens large), aujourd'hui ceci devient insuffisant. Pour assurer leur compétitivité, et donc leur pérennité sur le marché international, les entreprises adoptent désormais des approches de gestion et de management globalisantes. Certes, ces approches ont profondément bouleversé les concepts traditionnels du management. Naturellement, de nouveaux concepts ont émergé ayant tous pour dénominateurs communs collaboration et coordination constante avec les partenaires internes et externes, élimination ou minimisation des gaspillages le long du processus industriel, et mise en place de nouvelles techniques de gestion des opérations pour atteindre une production de classe mondiale.

Dans cette élan, la prise de conscience par l'entreprise des problèmes logistiques a commencé au début des années 60 lorsqu'il a fallu passer d'une pénurie des flux à une gestion de l'abondance qui voit les flux se multiplier et les exigences du consommateur s'aiguiser (Colin 2005). Les entreprises procèdent donc à de multiples optimisations disjointes pour améliorer la productivité de leurs moyens logistiques indépendamment les uns des autres, en privilégiant des solutions de type ingénierique (Kolb 1972). Nous sommes encore dans une vision très fragmentée de la logistique qui présente pour limite l'absence de prise de conscience des bénéfices de la coordination entre plusieurs fonctions. Ensuite à partir des années 70, Les prérogatives de cette fonction logistique s'élargissent de plus en plus. Et dans la lignée des travaux de Taylor selon lesquels il devait être possible de trouver une façon de produire la

meilleure possible, « one best way » (Taylor 1919), les entreprises vont procéder à des optimisations synergiques, pour trouver des compromis entre les fonctions, quitte à dégrader la performance intrinsèque de l'une ou de l'autre des fonctions impliquées (Fabbe-Costes 2015). Mais la limite de cette approche réside dans le fait que les entreprises se sont retrouvées avec une succession de compromis mutuels entre fonctions, ce qui ne permet pas de dégager un optimum global en termes de gestion des flux dans la firme (Fabbe-Costes et Lancini 2009).

Cependant, la fonction logistique dans l'entreprise avance, vers le décloisonnement inter fonctionnel. Les années 80 ont été marquées par une prise de conscience de l'importance d'une approche intégrée et systémique pour résoudre les problèmes rencontrées par les différentes fonctions. Dès lors, la logistique prend la forme du *Supply Chain Management* et s'impose comme une approche transversale des fonctions impliquées dans la mise en œuvre de la circulation du flux physique (Samuel et al. 2011; Morana et Paché 2000). Désormais, le *Supply chain Management* a pour objectif de piloter l'ensemble de la chaîne logistique en déclenchant et synchronisant les flux des acteurs concernés (Oliver et Weber, 1982). Il prend ensuite deux formes : Le management logistique intra-entreprise qui synchronise les processus de la supply chain interne. Et le management logistique inter-entreprise qui lui s'intéresse à la supply chain externe, qui est une démarche inter organisationnelle impliquant tous les acteurs internes et externes pour aligner leurs stratégies et opérations (Colin 2005).

La présente recherche se positionne dans le cadre du management logistique inter-entreprise et s'est déroulé au sein de la *supply chain* interne du groupe OCP, Office Chérifien de Phosphate.

Industrie du phosphate : caractéristiques et enjeux – Environnement décisionnel

Le groupe OCP est aujourd'hui l'un des leaders mondiaux en exploitation et vente du phosphate brut, acide phosphorique et engrais phosphatés. Il est l'exploitant exclusif des mines de Phosphate marocaines. Les dernières statistiques de L'Institut d'études géologiques des États-Unis (USGS 2021) affirment que le Maroc possède environ 73% des réserves mondiale naturelles en Phosphate totale, qui équivaut à 50 Milliard de tonnes de phosphate présent dans le sol marocain. Disposant de gisements aux réserves pratiquement inépuisables, il possède de vastes installations d'extraction, de manutention, de séchage, de transport et de stockage qui lui permettent d'assurer des exportations vers tous les continents à l'échelle internationale. Afin de répondre face à la demande mondiale, OCP met en œuvre une chaîne logistique complexe, composée de trois axes parallèles indépendants : axe nord, axe centre et axe sud. Chacun de ces trois axes commence par des sites miniers où est effectuée l'extraction du minerai. Ce minerai passe ensuite tout au long de la chaine logistique par différents processus de transformation, de stockage et de transport pour arriver enfin au port ou est effectué l'export des produits finis vers les clients dispersés à l'échelle internationale.

Sur le plan du marché international de Phosphate, le groupe OCP figure à l'heure actuelle parmi les trois premiers producteurs mondiaux du Phosphate à côté des États-Unis et de la Chine (USGS 2021). Afin de préserver sa compétitivité, la planification de ses systèmes logistiques est au cœur de ses préoccupations. La compétitivité et la performance d'un système logistique passe obligatoirement par sa capacité de livrer aux clients des produits en quantité demandée, au moment voulu, et au coût de revient le plus bas. Autrement dit, l'enjeu est de trouver un équilibre entre le taux de satisfaction de la demande (évalué par le rapport « demande

satisfaite / demande reçue ») et les différents coûts engendrés par la fabrication effective de la demande (production, stockage, transport, etc.). L'ambition est donc de déterminer, à tout moment, les quantités de flux de physique (matières premières, produits intermédiaire, produits finis) qui circulent dans chaque unité du système logistique afin d'arriver à satisfaire le maximum de la demande au moindre coût.

Afin que ces solutions soient réalisables et applicables, elles devraient, bien entendu, prendre en considération l'ensemble des caractéristiques et contraintes structurelles du système logistique considéré. Or, ces systèmes ne peuvent être performants que si l'on dispose d'outils permettant de capturer et traduire leurs propriétés structurelles et leurs complexité systémique. La planification se fait toujours au moyen d'un modèle. Pour cela, on fait appel, dans notre recherche, aux techniques de modélisation mathématique de la recherche opérationnelle. La planification des systèmes industriels dans le cadre d'un processus logistique intégré assure les conditions nécessaires pour produire en amont la demande aval, et uniquement celle-ci. L'environnement intégré permet donc de fournir une solution globale qui offre d'un côté une augmentation de la réactivité du système logistique, et de l'autre côté une minimisation des coûts opérationnels totaux. En d'autres termes, l'intégration de la notion de SCM et la maîtrise du processus logistique, permettent une planification cohérente et synchronisée des moyens constituant le système logistique (opérations de production, stockage, transport..)

Partant de l'importance d'une approche intégrée de planification, le présent travail s'inscrit dans cette mouvance. Nous y avons choisi de mener une réflexion sur le système logistique dans sa globalité, en intégrant l'ensemble des maillons et en optimisant simultanément l'ensemble des décisions relatives au flux physique à savoir la production, le stockage et le transport. Son objectif premier est de concevoir un outil, unique, permettant la planification intégrée des sous-systèmes appartenant au système logistique. Seront donc prises

en compte à la fois les contraintes et paramètres qui régissent les sous-systèmes, mais également ceux qui inter-relient les sous-systèmes entre eux.

Autrement, l'objectif de cette recherche est de répondre aux questions suivantes : *Comment peut-on intégrer les décisions relatives au pilotage des flux dans un cadre logistique complexe ? Quel est le sous-système de la Supply Chain qui commande la performance du système global ?*

Pour répondre à ces questions, la section 2 propose une méthodologie de mise en œuvre d'un outil de planification intégrée des composantes de la Supply Chain minière. Ensuite la section 3 oppose et compare l'approche intégrée de pilotage des flux et deux approches alternatives qui décomposent la Supply Chain en sous -systèmes. L'objectif étant de démontrer l'importance de l'approche intégrée de pilotage des flux.

MÉTHODOLOGIE DE MISE EN ŒUVRE D'UN OUTIL DE PLANIFICATION INTÉGRÉE DES COMPOSANTES DE LA *SUPPLY CHAIN MINIÈRE*

Pour répondre à cette problématique, nous nous sommes inspiré de 'la méthodologie de modélisation pour l'aide à la décision' proposée par (Féniès 2006; Tchernev 1997). Nous avons donc proposé une méthodologie de mise en œuvre d'un outil de planification intégrée des composantes de la Supply Chain minière. La Figure 1 décrit les différentes étapes méthodologiques, les liens entre ces étapes, ainsi que notre contribution à chacune de ces étapes.

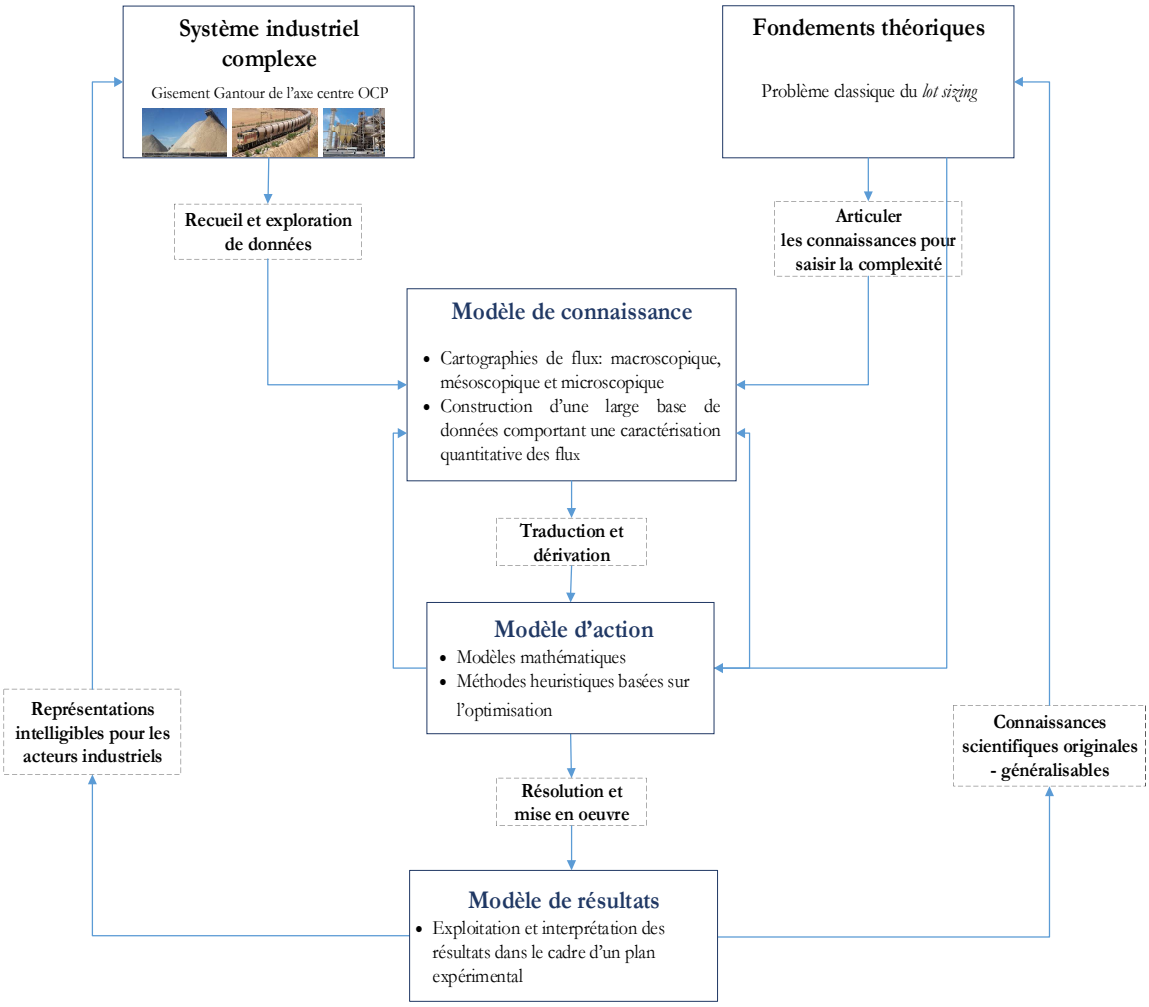

Figure 1: Méthodologie de mise en œuvre d'un outil de planification intégrée des composantes de la Supply Chain

Notre méthodologie repose sur la construction successive et itérative de trois modèles :

- **Modèle de connaissance** : C'est la phase du recueil et de la formalisation de la connaissance qui a pour objectif de décrire et formaliser la structure du système ainsi que son fonctionnement. Selon (Le Moigne 1991), la modélisation de la connaissance consiste en une représentation intelligible d'un processus complexe pour permettre aux acteurs organisationnels d'agir plus efficacement. Au cours de cette phase, le chercheur se met dans la posture de l'observateur qui traduit les phénomènes observés dans le terrain en représentation faciles à interpréter dans le monde scientifique. Ce modèle peut être effectué dans un langage naturel ou bien graphique réalisé à l'aide de méthodes et outils. Il peut

également exister dans l'esprit des acteurs du système sous la forme d'un modèle mental, ou bien prendre forme sur un support (dessins, supports informatiques, ...).

- **Modèle (s) d'actions** : C'est la traduction partielle ou complète du modèle de connaissance en un ou plusieurs modèles informatiques. Ces modèles informatiques peuvent être : des modèles mathématiques, heuristiques, métaheuristiques, modèles de simulation, ... Ils peuvent également être composés de couplage ou bien chainage de plusieurs modèles. L'objectif de l'approche de modélisation est de construire un modèle fiable d'un système complexe existant ou non (Tchernev 1997). Elle cherche donc à trouver des solutions satisfaisantes aux problèmes posés dans le cadre de systèmes de complexités différentes.
- **Modèle de résultats** : Consécutif à la mise en œuvre du modèle d'action, il a pour objectif d'évaluer et interpréter les résultats de l'étude afin de déduire des actions sur le système réel. Cette étape comprend (1) la conception des expériences (en fonction des conclusions à mettre en évidence, un ensemble d'expériences appropriés est conçu), (2) la validation du modèle d'action (étape suite à laquelle des modifications sur les modèles d'action sont éventuellement réalisées) (3) l'exécution des expériences et, à la fin, (4) la construction du modèle des résultats. Le modèle de résultats permet ensuite de faire des bouclages cruciaux dans la démarche méthodologique. D'un côté, le modèle de résultats permet d'effectuer des bouclages avec le terrain industriel en proposant des solutions au problème initialement posé. De l'autre côté, il permet de réaliser des bouclages avec la littérature scientifique en proposant une contribution scientifique originale et généralisable à d'autres contextes industriels.

APPROCHES INTÉGRÉE VS PAR DÉCOUPLAGE DE LA SUPPLY CHAIN MINIÈRE

Système logistique considéré

Cette recherche adresse un système industriel multi-sites, complexe, dans lequel chaque sous-système est caractérisé par ensemble de paramètres et contraintes. Cette complexité est due en partie à la diversité des paramètres de performance qui régissent les différents sous-systèmes qui s'avèrent parfois conflictuels, voire contradictoires. L'objectif donc est de fournir au managers un outil d'aide à la décision intégrant la planification de l'ensemble des composantes du système logistique, en tenant compte des fines caractéristiques de ses sous-ensembles. De plus, l'outil proposé permet également de tester différents scénarii hypothétiques afin de permettre une meilleure assimilation de la structure et du fonctionnement du système global.

Le système logistique considéré est scrupuleusement décrit dans la Figure 2. C'est un réseau de production composé de trois sites de production, avec chacun leurs unités de stockage en amont et en aval. Ces sites de production peuvent être décrits comme suit:

- Une laverie considérée site de production mono produit composé de deux unités de production, chaque unité est composée de trois lignes de production parallèles identiques pouvant fonctionner simultanément. Le produit fabriqué à laverie est acheminé vers les sites en aval pour être transformé en produits finis. La laverie possède deux unités de stockage amont et aval pour le stockage des matières premières et produits finis.
- Un site de production multi-produit, appelé calcination, composé de deux unités de production, chacune composée de deux lignes de production parallèles identiques qui fonctionnent obligatoirement simultanément. Chaque unité peut fonctionner selon deux modes de production. Le choix d'un mode définit le choix des produits pouvant être

produits, les capacités de production, et par voie de conséquence la nature des matières premières à acheminer.

- Un site de production multi-produits, appelé séchage, composé de huit lignes de production identiques parallèles indépendants pouvant fonctionner simultanément. Ces différentes lignes de production sont reliées aux mêmes convoyeurs à l'entrée (pour l'acheminement des matières premières) et la sortie (pour la livraison des produits finis). Par conséquence, si plusieurs lignes entre elles sont opérationnelles, elles ne peuvent que produire le même produit dans la même période.

Afin de fabriquer les produits finis, chaque site de production du réseau multi-sites est approvisionné par un ensemble de minerais en plus du produits semi-finis fabriqué par le site de laverie. Nous considérons trois minerais extraits dans trois sites miniers d'extraction. Chaque mine produit un ou plusieurs minerais.

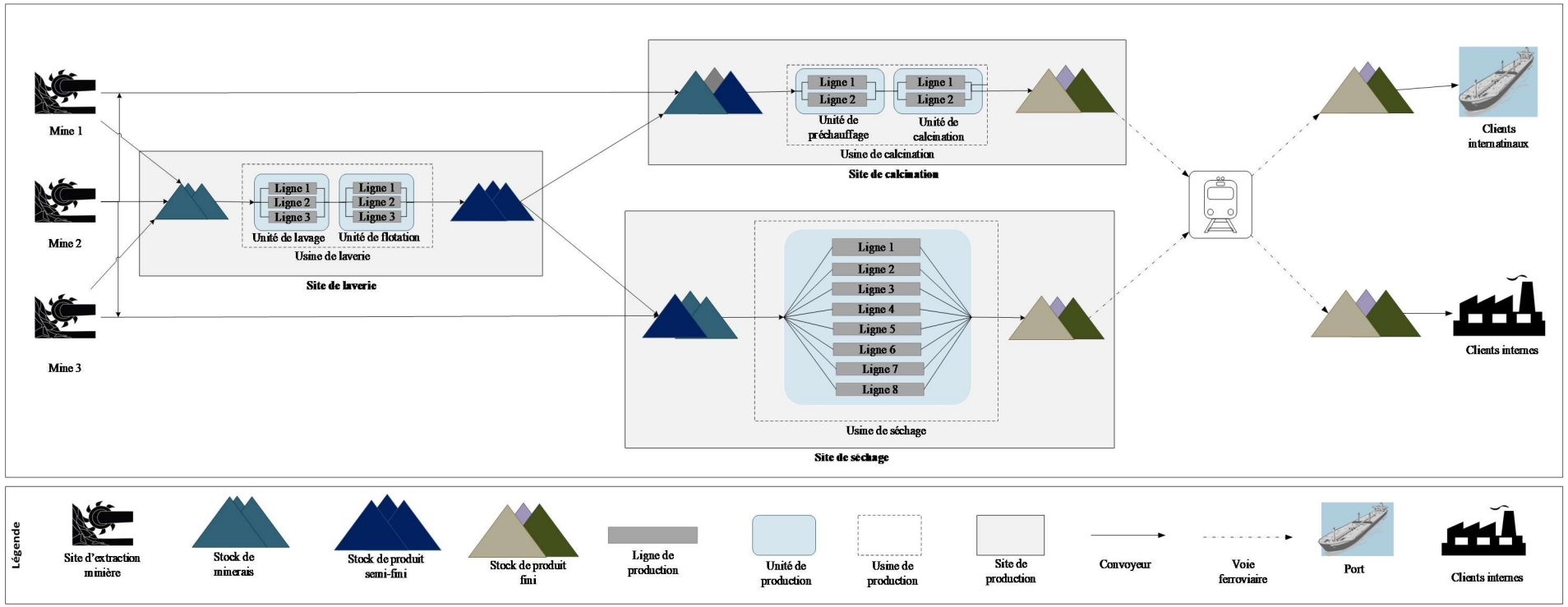

Figure 2 : Schéma descriptif du système logistique multi-sites considéré

Le problème posé par cette recherche étant celui de proposer un outil unique, global et intégré pour la planification de l'ensemble du système logistique précédemment décrit. Nous avons formalisé mathématiquement le problème posé, ses caractéristiques et contraintes sous la forme d'un Programme Linéaire Mix en Nombre Entiers (PLMNE). Ensuite, nous avons choisi de résoudre ce modèle selon deux approches : une approche intégré et une approche par découplage du problème global en deux sous problème. L'objectif recherché derrière la diversité des approches est celui de reproduire, par ces méthodes de résolution, différentes approches organisationnelles classiques quant à la planification afin d'analyser et de comparer le fonctionnement du système logistique sous différentes perspectives.

Approche intégrée de planification

Cette approche appréhende le système d'une manière globale et résout simultanément l'ensemble des contraintes considérées. Elle consiste en la construction d'un modèle unique et intégré qui résout le problème posé et tient compte de l'ensemble de ses contraintes et caractéristiques. A ceci s'ajoute la prise en compte simultanée des contraintes et paramètres interprocessus régissant les sous-systèmes entre eux. Un des avantages majeurs de l'approche intégrée consiste donc en la mutualisation des ressources dans le réseau logistique ce qui permet une nette amélioration de la performance globale du système industriel. Elle permet également une meilleure négociation des contraintes entre les différents sous-systèmes.

Approches alternatives: Méthodes Top down et Buttom up

Nous proposons dans le cadre de ces méthodes de découpler le problème global pour deux raisons principales. La première consiste à reproduire différentes approches organisationnelles

classiques quant à la planification afin d'analyser et de comparer le fonctionnement du système logistique sous différentes perspectives. La seconde raison est qu'elles permettent d'obtenir des solutions de bonne qualité dans un temps de calcul acceptable lorsque l'approche intégrée ne prouve pas l'optimalité.

Nous avons donc décomposé le problème global en deux sous problèmes : (i) un problème de production et stockage, et (ii) un problème de transport. Ensuite nous avons résolu hiérarchiquement les deux sous-problèmes afin de se mettre dans la posture du décideurs qui choisit de planifier séquentiellement les activités de production – stockage et transport. Nous proposons donc deux méthodes :

- Une méthode Top Down qui optimise séquentiellement et hiérarchiquement les décisions de transport puis les décisions de production et stockage. Autrement, cette méthode reproduit le fonctionnement du système lorsque le décideur choisit en priorité de planifier le transport. Puis ensuite planifie la production et le stockage en fonction des plans de transport préalablement établi.
- Une méthode Bottom up qui optimise, quant à elle, séquentiellement et hiérarchiquement les décisions de production - stockage puis de transport. cette méthode, quant à elle, reproduit le fonctionnement du système lorsque le décideur choisit en priorité de planifier la production et stockage. Puis ensuite planifie le transport en fonction des plans de production et stockage préalablement établis.

Globalement, ces méthodes de résolution opposent et comparent l’approche de planification globale et l’approche de planification séquentielle. L’objectif est de reproduire quelques approches traditionnelle de planification, de confirmer l’intérêt de l’intégration des décisions, mais également de mieux comprendre le fonctionnement du système logistique industrielle.

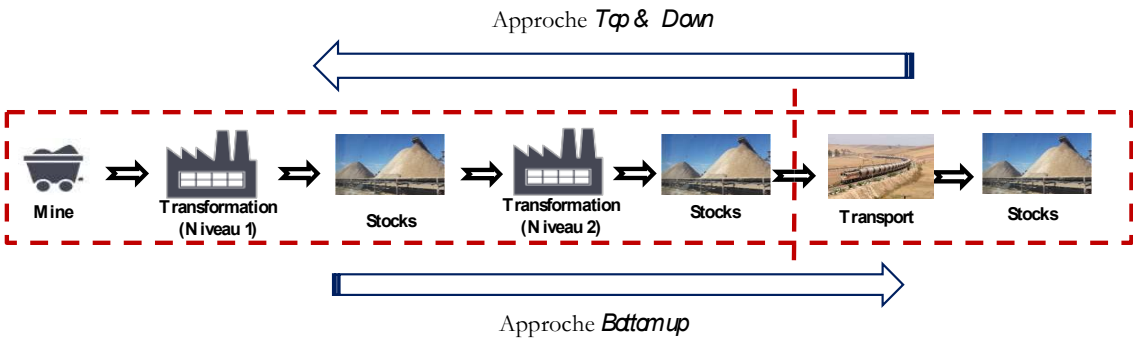

Figure 3 : Approches *Top Down* et *Bottom up*

Comparaison des approches proposées

La qualité des approches proposées est mesurée par leur capacité à concilier les indicateurs de performance industriels, économiques et commerciaux retenus dans le but d'assurer un meilleur pilotage des flux physiques du système logistique étudié. Les indicateurs retenue pour évaluer les approches sont détaillés sont le Tableau 1. La qualité mathématique des modèles développés, quant à elle, est évaluée par l'intermédiaire de deux mesures : l'écart des fonctions objectifs des solutions des heuristiques avec celles données par le modèle d'optimisation intégré, et le temps de résolution requis pour calculer ces solutions.

Type du KPI	Objectif (s)	Mesure (s)
KPIs industriels	Assurer au maximum la continuité du flux de production dans les unités de production	Nombre total des démarrages de production dans les unités de production Nombre total de changements de produits dans les lignes de production
KPIs économiques	Miminiser les coûts totaux opérationnels engendrés par l'actvité logistique	Coût variable de production Coût de stockage Coût de transport
KPI commercial	Minimiser la demande perdue	Taux de satisfaction de la demande

Tableau 1: Indicateurs de performance retenus pour comparer les approches de planification proposées

Afin de comparer les différentes approches proposées, nous avons effectué une série d'expérimentations sur des jeu de données réelles obtenus auprès de notre partenaire industriel. Les résultats des expérimentations sont présentés dans le Tableau 2. Ce tableau présente les moyennes des résultats obtenus pour dix instances industrielles réelles.

	Modèle intégré	***Top down***	***Bottom up***
Valeur de la fonction objectif	1.58E+12	0.26%	2.18%
Temps de résolution (s)	84.90	50.44	42.80
Nombre de changement de produits	2.80	6.67	5.10
Ecart du coût de production	6.03E+06	-15.19%	-5.43%
Ecart du coût de stockage	3.51E+06	31.64%	10.23%
Ecart du coût de transport	4.00E+06	0.38%	-0.70%
Ecart du coût de démarrage	9.34E+05	70.36%	50.25%
Ecart du taux de satisfaction de la demande	0.82	-0.08%	-0.18%

Tableau 2: Comparaison des approches de pilotage du flux physique proposées

Dans ce qui vient, nous expliquons les avantages et inconvénients de chacune des approches proposées. Le modèle intégré considère simultanément l'ensemble des contraintes retenues pour notre problème industriel, il offre donc la meilleure solution globale (mesurée par la valeur de la fonction objectif). Cependant, celui-ci trouve une difficulté à résoudre des instances industrielles de taille importante ; le nombre de contraintes associé étant très élevé. Or, étant donnée l'application industrielle des outils développés, le critère du temps de résolution est important; surtout quand il s'agit de construire un outil de planification opérationnelle / tactique. L'approche *top down*, qui priorise le problème du transport, est la plus proche de la solution optimale (le plus petit écart de la fonction objectif). Elle permet également un meilleur taux de satisfaction de la demande en comparaison avec l'approche *bottom up*.

En conclusion, nous avons démontré que la méthode *top down* est plus performante que la méthode *bottom up*. Ces résultats fournissent une preuve de l'impact fort des contraintes de transport sur la performance globale de la supply chain minière abordée. Pour les mêmes

instances industrielles nous avons montré que la priorisation de la planification de par rapport à celle du *lot sizing* permet une meilleure performance du système industriel global.

CONCLUSION

Dans la suite de la logique d'intégration et de coordination essence même de la philosophie du SCM, cette recherche propose d'étendre le décloisonnement des décisions de planification logistique dans le monde de l'industrie minière. Dans cet esprit, nous avons appréhendé sous une approche globale le système logistique industriel étudié pour concevoir un environnement intégré de planification des flux physiques dans un horizon tactique / opérationnel. Le système logistique considéré est composé d'unités de production, stockage et d'un système de transport par trains conditionné par des fenêtres de temps. Autrement, le système étudié est un couplage d'un système de production et stockage multi-sites, et un système de transport ferroviaire avec des contraintes spatio-temporelles qui conditionnent l'acheminement des produits. Nous avons également proposé des approches alternatives de pilotage des flux dans l'objectif de reproduire quelques approches traditionnelles de planification, de confirmer l'intérêt de l'intégration des décisions, mais également de mieux comprendre le fonctionnement du système logistique industrielle. Les expérimentations proposées ont montré que l'approche intégré permet une meilleure performance globale du système logistique étudié. Ce profit se justifie, entre autres, par la mutualisation des ressources logistiques, une meilleure négociation des contraintes entre les différents acteurs, ainsi qu'une meilleure propagation des décisions dans les maillons de la chaîne de valeur d'un bien ou d'un service.

En termes de perspectives, il serait envisageable de regarder quelles sont les défis organisationnels posés par l'intégration des décisions de planification du flux physiques ? et

comment peut ont intégrer les différents acteurs de la Supply Chain dans le cadre de l'intégration de ces différentes composantes.

RÉFÉRENCES

Colin, Jacques. 2005. « Le supply chain management existe-t-il réellement? » *Revue française de gestion*, nº 3. Lavoisier: 135-49.

Fabbe-Costes, Nathalie. 2015. « Évaluer la création de valeurdu Supply Chain Management ». *Logistique & Management* 23 (4). Taylor & Francis: 41-50. doi:10.1080/12507970.2015.11758621.

Fabbe-Costes, Nathalie, et Agnès Lancini. 2009. « Gestion inter-organisationnelle des connaissances et gestion des chaînes logistiques: enjeux, limites et défis ». *Management Avenir*, nº 4. Management Prospective Ed.: 123-45.

Féniès, Pierre. 2006. « Une méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels: application pour l'évaluation des performances de la Supply Chain ». PhD Thesis.

Kolb, François. 1972. *La Logistique : approvisionnement, production, distribution*. Paris: Entreprise Moderne d'Edition.

Le Moigne, Jean-Louis. 1991. « Jean-Louis Le Moigne, La modélisation des systèmes complexes, 1990 ». *Droit et Société* 19 (1). Persée - Portail des revues scientifiques en SHS: 424-424.

Morana, Joëlle, et Gilles Paché. 2000. « Supply chain management et tableau de bord prospectif: à la recherche de synergies ». *Logistique & Management* 8 (1). Taylor & Francis: 77-88.

Samuel, Karine Evrard, Marie-Lyne Goury, Angappa Gunasekaran, et Alain Spalanzani. 2011. « Knowledge management in supply chain: An empirical study from France ». *The Journal of Strategic Information Systems* 20 (3). Elsevier: 283-306.

Taylor, Frederick Winslow. 1919. *The principles of scientific management*. Harper & brothers.

Tchernev, Nikolay. 1997. « Modélisation du processus logistique dans les systèmes flexibles de production ». PhD Thesis, Clermont-Ferrand 2.

USGS. 2021. « Phosphate Rock Statistics and Information ». https://www.usgs.gov/centers/nmic/phosphate-rock-statistics-and-information.