

Construction d'un contrôle de gestion opérationnel pour une chaîne logistique continue ou hybride

PIERRE FÉNIÉS¹, VINCENT GIARD², KAWTAR RETMI³, JANAH SAADI⁴

¹ EMINES Université Mohammed VI Polytechnique, Benguerir, Maroc Université Paris Ouest Nanterre La Défense - 200 Avenue République, 92001 Nanterre, France

² EMINES UNIVERSITÉ MOHAMMED VI POLYTECHNIQUE, BENGUERIR, MAROC PSL – Université Paris-Dauphine – LAMSADE UMR 7243, F 75775 Paris Cedex 16

³ EMINES Université Mohammed VI Polytechnique, Benguerir, Maroc Université Hassan II – ENSEM, Casablanca, Maroc Université Paris Ouest Nanterre La Défense - 200 Avenue République, 92001 Nanterre, France

⁴ Université Mohammed VI Polytechnique, Benguerir, Maroc Université Hassan II – ENSEM, Casablanca

{pierre.fenies@u-paris10.fr, vincent.giard@dauphine.fr, kawtar.retmi@emines.um6p.org, saadijanah@gmail.com}

Résumé. Cet article propose une méthode pour l'évaluation des performances d'une chaîne logistique hybride par le couplage de modèles de Simulation à Evènement Discret (SED) avec une valorisation des processus par la méthode Activity-Based-Costing (ABC). Notre objectif est de proposer un couplage entre SED et ABC afin de construire un Système Interactif d'Aide à la Décision (SIAD) pour la chaîne Logistique Hybride (CLH). Dans ce contexte, plusieurs approches existent dans la littérature de manière générique pour la chaîne logistique discrète (CLD) exclusivement. Dans le cadre de cet article, nous décrivons une approche utilisable pour la construction d'un SIAD dans le contexte d'une CLH ainsi que sa mise en œuvre dans le contexte de la chaîne logistique de l'OCP SA. Cette approche permettra le couplage entre ABC et SED de façon à pouvoir avoir un modèle de contrôle de gestion avec des Business unit (BU) orientées processus.

Keywords: Chaîne logistique hybride, simulation à évènement discret, Activity based costing, système interactif d'aide à la décision, tableau de bord.

1 Introduction

OCP SA est la plus grande entreprise marocaine. Cette entreprise possède plus de 60% des réserves mondiales du phosphate et l'OCP SA s'est engagé dans un processus de maîtrise de sa chaîne logistique. Initialement spécialisé dans l'extraction de minerais de phosphate, l'OCP a élargi ses activités vers la production de fertilisants phosphatés selon un processus de transformation chimique. Dans le cadre de notre recherche, nous nous intéressons au pilotage économique de la Chaîne Logistique Hybride (CLH) de l'OCP. Selon Degoun et al, (2015), une chaîne logistique hybride est constituée d'un ensemble articulé de chaînes logistiques discrètes et de chaînes logistiques continues organisant de manière intégrée les processus de transformation du fournisseur jusqu'au client final, et pour lesquels les logiques de production sont à la fois par lots et en flux. Les chaînes logistiques hybrides combinent des processus discrets et continus. Chaque processus discret ou continu cherche à capter une partie de la valeur créée par la collaboration organisationnelle qui peut se réaliser soit dans des chaînes logistiques internes composées de centres de profit ou dans des chaînes logistiques externes composées d'entités indépendantes sur le plan juridique.

On commencera par préciser les approches et méthodes d'évaluation des performances du flux financier et physique de la CLH (§2) ainsi que l'approche utilisée pour construire un SIAD dans le contexte de la CLH (§3), puis on examinera sa mise en œuvre dans la CLH de l'OCP (§4) avant de conclure (§5).

2 Evaluation des performances du flux physique et financier de la CLH

Pour construire un système d'aide à la décision, nous avons besoin d'évaluer les performances du flux physique et financier de la CLH. Deux types de modèles ont connu beaucoup d'applications en gestion de production et peuvent être étendus à la chaîne logistique. Il s'agit des modèles prescriptifs et des modèles descriptifs : les modèles prescriptifs sont utilisés pour la prise de décision tandis que les modèles descriptifs sont utilisés pour l'évaluation des performances d'un système complètement spécifié.

Dans le cadre de notre recherche, nous avons construit un modèle processuel de la CLH de l'OCP qui permet à la fois de concevoir les modèles de simulation des flux physiques de la CLH mais aussi une modélisation ABC de la création de valeur des entités composant la CLH. La technique de modélisation / simulation (M/S) mobilisable dans le cadre de la modélisation de la chaîne logistique est la SED qui selon Tako et Robinson (2012), modélise le système comme un réseau de files d'attente et d'activités dans lesquels les changements d'état se produisent suite à des événements discrets. En travaillant à la commande, ceci implique un contrôle de gestion spécifique avec une définition d'un

référentiel dynamique qui va dépendre du modèle de simulation. Ce référentiel est utilisable par le SIAD du contrôle de gestion afin d'améliorer la prise de décision. Donc, il faut mesurer l'impact économique, évaluer les alternatives décisionnelles et analyser les écarts. Dans le cas où on observe qu'il y a des écarts entre ce qui a été prévu et ce qui a été obtenu, nous proposons des mesures correctrices. Pour ce faire, il faut s'appuyer sur une comptabilité de gestion fondée sur une seconde M/S afin de proposer un modèle de coût. Cette seconde simulation, repose sur une représentation plus fine des processus dans une perspective de reporting périodique plus fin que le reporting financier mensuel et doit permettre de mieux apprécier les inducteurs de coûts. La modélisation des coûts est utilisée pour consolider les décisions, en particulier, lorsque l'objectif est de rester compétitif au niveau des prix et être en mesure de réaliser des sorties à faible coût. De nombreux chercheurs ont proposé et expérimenté différentes techniques de modélisation des coûts en vue d'influencer les décisions de conception et de production à un stade précoce du processus de développement.

Notre analyse mobilise des articles traitant du couplage entre la SED et la méthode ABC. Cette étude est basée sur un traitement de plusieurs articles qui décrivent ce couplage dont le but est d'explorer l'intégration de la notion de coût dans le modèle de simulation. Pour répondre à cette problématique, nous avons suivi une classification de la littérature relative à notre périmètre d'analyse. Cette classification reprend les approches retenues dans plusieurs articles qui traitent des problèmes concrets dans des chaînes logistiques réelles à l'aide de la simulation et le calcul de coût. Les mots-clés utilisés dans les bases de données sont principalement « *Supply Chain Costing / Discrete event Simulation / ABC* ». Nous n'avons pas cherché sur des périodes antérieures au début des années 1980 qui correspondent à l'apparition conjointe de la SED, des méthodes ABC et du *Supply Chain Management*.

La volonté de coupler SED et ABC est ancienne Krishnamurthi et al, (1990) et a été explorée à plusieurs reprises dans la littérature depuis une vingtaine d'années. Selon Williams et al, (1997), la sortie du modèle combiné « ABC – modèle de simulation » fournit une liste détaillée qui décompose les coûts pour chaque activité, et qui permet d'utiliser ces coûts dans la prise de décision. L'avantage de la mise en œuvre d'un système ABC couplé avec la SED est de permettre l'amélioration de la prise de décision à partir des données améliorées. Pour Spedding et Sun (1999), un logiciel de SED fournit un outil précieux pour le développement de la méthode ABC. Tout d'abord, pour l'exécution de la SED, le modèle est basé sur un événement qui correspond au début ou à la fin d'une activité et permet donc de générer un coût associé à un inducteur. Ensuite, pour inclure ABC dans le modèle de simulation, le calcul du coût de chaque activité doit être inclus dans le modèle de simulation. Von Beck et Nowak (2000) ont essayé de coupler la SED avec la méthode ABC pour fournir un outil amélioré d'évaluation de coûts, de planification et de prévision. Dans le modèle de simulation, les éléments physiques circulent à travers la séquence des opérations de production et dans le modèle

ABC, les coûts circulent à travers le modèle entraîné par les inducteurs d'activités définis relativement au modèle physique.

Savory et al, (2001) estiment que peu d'attention est accordée pour évaluer l'impact économique d'une configuration productive par un modèle de simulation. Pour eux, ceci passe par une intégration de la méthode ABC dans le modèle de simulation. À la fin de la simulation, une liste détaillée est produite pour décrire tous les coûts associés à la production et aux opérations logistiques.

Selon Lee et Kao (2001), l'application de la technique de simulation dans le modèle ABC offre aux utilisateurs un moyen d'évaluation des facteurs de rentabilité de toutes les activités. En outre, en utilisant les résultats de simulation dans un modèle analytique ABC, les coûts des ressources allouées sont plus précis et l'attribution arbitraire est évitée (de manière relative par rapport à l'usage des attributs de coûts directement dans le logiciel de SED).

D'autres approches plus récentes se sont également intéressées au couplage ABC / Simulation Comelli et al, (2008), Lange et al, (2012), Mahal et Hossain (2015).

La limite de la SED se manifeste au niveau d'informations fournies sur les coûts. Pour évaluer les coûts associés aux opérations, et l'influence de la diversité de scénario de gestion, les coûts variables directs doivent pouvoir être évaluables. Dans de nombreux simulateurs (Witness, Simul8...) chaque processeur intègre la possibilité d'un calcul d'un coût variable direct (proportionnel donc au nombre d'items transitant par ce processeur) et un coût de lancement paramétré (changement de référence, d'ordre de fabrication...). La question qui semble se poser alors est la pertinence de la modélisation, c'est-à-dire les processeurs retenus permettent-ils tous de représenter les inducteurs ? Deux manières de répondre à cet enjeu sont proposées dans la littérature :

- soit des règles de modélisations permettent de construire directement le modèle de valorisation associant des coûts variables directs par lot et par inducteur est possible Lange et al, (2012) ;
- soit un couplage entre modèle de simulation et modèle analytique ABC est réalisé Comelli et al, (2008), Fenies et al, (2010), permettant alors d'autres combinaisons de valorisation (pilotage par la marge, analyse de la valeur créée...) et facilitant potentiellement la construction d'images hypercubes dans des tableaux de bord.

Un croisement entre les typologies (technique de simulation et modèle de coût) est ainsi synthétisé dans une grille (tableau 1) qui indique pour chaque travail scientifique : Le type de problème traité et la nature de la chaîne logistique ; le modèle de coût utilisé (ABC versus autre approche) ; le niveau de granularité (ensemble de la chaîne logistique versus une entité de la chaîne logistique) ; le type de décision (stratégique / opérationnelle / tactique) ; la technique de simulation utilisée (SED, simulation hybride, systèmes dynamiques) ; la nature de l'intégration entre ABC : soit il s'agit d'un usage d'ABC directement dans le logiciel de simulation réalisé par le renseignement des attributs, soit les auteurs proposent le recours à un couplage entre SED et un modèle analytique ABC qui donne un spectre plus large d'information. Cette dernière solution permettrait un pilotage par la marge et une reliance des

éléments indirects avec les charges de la balance comptable et non avec un coût estimé par une agrégation parfois arbitraire...).

Notons que toutes les approches étudiées (tableau 1) portent exclusivement sur des CLD et qu'en conclusion de cette revue de la littérature, il ne semble pas exister :

- d'approche ABC centrée sur une évaluation des CLC ou des CLH ;
- de méthodes et de règles de modélisation permettant de mettre en place ABC avec SIAD orienté simulation pour la CLH ;
- de couplage explicite entre méthodes de simulation avec ABC pour la chaîne logistique hybride / continue.

Tableau 1: Couplage Simulation et ABC pour la chaîne logistique.

Auteurs	Année	Type de problèmes	Nature de l'intégration	Niveau de granularité	Horizon décisionnel	Technique de simulation
Krishnamurthi et al.	1990	Construction d'un modèle de simulation pour un atelier intégrant une valorisation des activités	Usage direct d'ABC	Atelier	Opér.	SED
Williams, R. et al.	1997	Évaluer les configurations d'organisations logistiques.	Usage direct d'ABC	Atelier	Opér. / Tact.	SED
Baines et al.	1998	Présentation des techniques de modélisation qui peuvent être utilisées pour évaluer les stratégies de production discrète.	Usage direct d'ABC	CL	Opér. / Strat.	SED
Spedding, T.A. et al.	1999	Utilisation combinée de la SED et d'ABC pour évaluer des systèmes de production discrets	Couplage	Atelier	Opér.	SED
Beck et Nowak	2000	Évaluation des processus de transfert dans l'usine et entre usines	Couplage	Usine	Tact.	SED
Lee et Kao.	2001	Pilotage de la marge dans un système logistique	Couplage	CL	Tact.	SED
Savory, P. et al.	2001	Comment intégrer ABC dans la SED pour des systèmes discrets dans le cadre des opérations de production	Usage direct d'ABC	Atelier	Tact.	SED
Chan et al.	2003	Méthodologie pour résoudre les problèmes de rendement, de contrôle de processus, de gestion des coûts de système de production discret.	Usage direct d'ABC	CL	Opér. / Strat.	SED
Ozbayrak et al.	2004	Pilotage d'un atelier par les Coûts à un horizon tactique	Couplage	Atelier	Tact.	SED
Comelli, et al.	2008	Approche pour évaluer les flux physiques et financiers lors de la planification de production tactique d'une chaîne logistique discrète	Couplage	CL	Tact.	SED
Fenies P. et al.	2010	Approche pour évaluer la nature d'un point de vente en fonction de l'activité de la chaîne logistique	Couplage	CL	Strat.	SED
Lange, J. et al.	2012	Présentation d'une méthode pour la planification et l'évaluation des coûts des chaînes de processus discrets	Couplage	Atelier	Tact.	SED
Mahal, I. et al.	2015	Présentation de la méthode ABC et sa combinaison avec la SED dans le cadre d'une	Couplage	CL	Tact.	SED

		CLD.				
--	--	------	--	--	--	--

Comme la SED se prête à l'identification des inducteurs de coûts et donc à l'usage de ABC, notre objectif est de proposer un couplage entre la SED et ABC afin de construire un SIAD pour la CLH. Dans ce contexte, plusieurs approches existent dans la littérature de manière générique pour la CLD exclusivement. Nous avons :

- TOVE (Toronto Virtual Entreprise) qui, selon Fox et al, (1998), est une méthodologie de modélisation pour l'entreprise intégrée. Son extension, proposée dans la thèse de Tham (1999) sous forme d'ontologie des coûts pour l'entreprise intégrée permet de concevoir des environnements de modélisation qui prennent en compte la performance sous la forme de modèles ABC. L'évaluation de performances est réalisée sous forme de modèles analytiques.
- INPIM (INtgrated Multidimensional Process Improvement Methodology) est selon Chan et Spedding (2003) une méthodologie basée sur l'évaluation des performances à l'aide de la SED dont le but est d'implanter dans les activités manufacturières une combinaison de démarches issues du contrôle de gestion et du management de la qualité.
- PREVA (PRocess EVAuation) qui, selon Fenies (2010), est une approche qui évalue les flux financiers du processus logistique à l'aide d'un modèle analytique chaîné avec un modèle d'action pour l'évaluation ou l'optimisation des flux physiques

Les deux approches TOVE et INPIM sont ainsi constituées par une modélisation unique des processus physiques et financiers, tandis que l'approche PREVA est une approche de modélisation multiple des processus financiers et industriels pour prendre en compte les phénomènes d'agrégation de données Ozbayrak (2004). Cette approche utilisée à plusieurs reprises pour mettre en place des systèmes de contrôle de gestion pour la chaîne logistique mais exclusivement dans des industries discrètes nous paraît intéressante à reprendre et à orienter CLH. La robustesse de l'approche a été montrée à plusieurs reprises :

- au niveau stratégique dans le cadre du chaînage de réseau de production avec des réseaux de distribution Fenies et al, (2010), Fenies et al, (2015).
- au niveau tactique dans le cadre d'une chaîne logistique d'un manufacturier pneumatique Lee et Kao (2001).

Cependant, l'approche utilisée n'a pas été utilisée au niveau opérationnel ni sur des systèmes de production hybride. Aussi, nous souhaitons la tester et la mettre en œuvre sur des systèmes de production hybride au niveau opérationnel.

3 Une approche pour une évaluation des flux physiques et financiers de la CLH

Pour mettre en œuvre une évaluation économique de la chaîne logistique reposant sur un usage combiné de l'ABC avec la SED, nous supposons qu'il est possible de découper de manière

processuelle la chaîne logistique interne modélisée en *Business Unit* (BU), qui sont des entités autonomes appartenant soit à la firme pivot de la chaîne logistique ou à un fournisseur/ distributeur intégré à cette dernière. Nous supposons ainsi qu'une CLH est constituée de 1 à n BU, ce terme générique permettant de s'affranchir du découpage fonctionnel de la CLH. Pour utiliser les modèles ABC dans l'évaluation des processus, nous proposons de donner, pour chaque BU (une filiale, un atelier, une activité de transport ...) constituée d'au moins un processus logistique élémentaire, les différents éléments nécessaires pour traduire les activités du flux physique en éléments de flux financier.

La conception et l'évaluation d'une activité par PREVA pour la CLH se fait en 3 étapes et nous détaillerons dans cet article tout particulièrement la deuxième et la troisième étape qui portent sur la construction d'un modèle d'évaluation orienté Supply Chain Costing pour la CLH :

(i) La *première étape* concerne l'évaluation de la performance du flux physique à l'aide de la SED qui reproduit le fonctionnement opérationnel de la CLH. Cette première étape permet de connaître, du point de vue décisionnel, les niveaux de performance attendus pour l'activité du flux physique du processus logistique de la CLH ; cette étape nécessite la construction d'un modèle processuel complet de la chaîne logistique modélisée avec plusieurs niveaux de granularité. Ce modèle est ensuite traduit en modèle de simulation reproduisant les flux de la chaîne logistique hybride ; des règles précises sont ainsi à concevoir pour permettre la M/S des flux physiques des processus continus / hybrides / discrets de la CLH Degoun et al, (2014a), Degoun et al, (2014b).

(ii) La *deuxième étape* concerne l'évaluation du flux financier. Les éléments fournis par la simulation du flux physique, sous la forme de planning ou de traces de simulation, constituent la variable d'entrée du modèle analytique ABC pour construire une évaluation économique des processus logistiques (hybrides, discrets, continus). Le modèle permet d'évaluer l'efficacité et l'efficience du flux financier sous la forme de plusieurs indicateurs ; ce modèle, pour pouvoir fonctionner nécessite d'être alimenté en informations provenant du système d'information des BU composant la chaîne logistique ; cette approche permet de déterminer la consommation des coûts indirects grâce à l'évaluation des coûts de processus pour chaque BU et pour la chaîne globale. Dans ce contexte, le coût ABC de la chaîne logistique est la somme des coûts de processus dans chaque BU avec la somme des coûts directs des items fabriqués. La valeur des stocks peut être également évaluée à tout niveau de la chaîne. Le potentiel de création de valeur est aussi évalué en combinant la différence entre la demande et la quantité vendue par une BU ou par la chaîne globale avec la marge sur coûts directs. Pour pouvoir être construit dans le cadre d'une CLH, le système de valorisation ABC nécessite :

- De partir du modèle processuel construit lors de la phase précédente. Les points de désynchronisation identifiés (point de passage entre deux processus de transformation hybrides / points de discrétisation du flux) constituent, pour un niveau de granularité les « frontières » potentielles pour la construction de BU orientées processus. Ces points de désynchronisation du

flux donnent également (figure 1) une indication permettant de révéler l'existence des inducteurs de coûts dans la CLH. Ces points de découplage sont aussi liés à des mécanismes de transformation de flux en lots de produits pour que la M/S puisse s'appuyer sur des SED. Ces mécanismes ont un rôle à jouer dans la définition des inducteurs. Par comparaison, dans la production discrète, il n'y a pas d'ambiguïté sur les caractéristiques physiques du produit manufacturé et donc peu de conventions à mettre en place. On possède ainsi un élément spécifique justifiant une approche différente d'un point de vue SCC entre système discret et système continu dans le cadre de la mise en place de la méthode ABC.

- De formaliser concrètement des règles de traduction pour pouvoir, à partir des systèmes existants de contrôle de gestion industriel qui sont associés à des centres de coûts par entité fonctionnelle, passer à des BU orientées processus industriels ; ceci suppose de pouvoir réaliser à partir de la balance comptable des filtres nouveaux permettant une imputation correcte des comptes de charges et de produit.
- La réalisation des deux étapes précédentes permettra ainsi de construire un modèle analytique ABC avec plusieurs niveaux de granularité (Chaîne logistique hybride / entité ou BU / produit...) tenant compte des différents types de processus de production / transformation existants (figure 2).

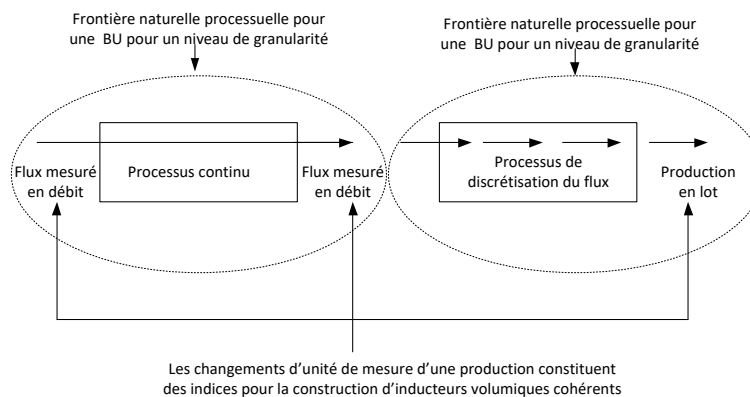


Figure 1: Point de passage du continu au discret

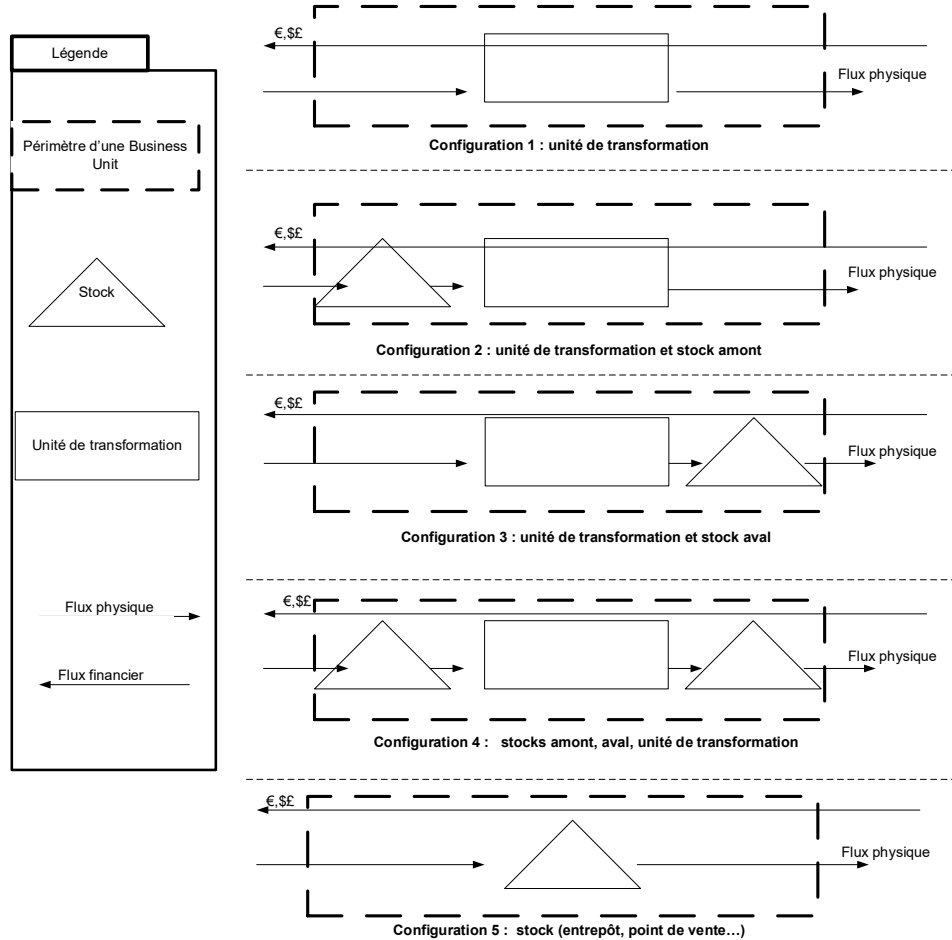


Figure 2 : Les différentes hypothèses du périmètre financier d'une business unit pour un niveau de granularité donnée.

(iii) Dans une *troisième étape*, les résultats, sont structurés sous la forme de tableaux de bord – dans cette étape, les indicateurs de performance du flux physique et financier sont structurés sous la forme de tableau de bord correspondant à des scénarios de gestion et reprenant des problématiques décisionnelles opérationnelles et tactiques. Ainsi, par exemple, la structuration proposée lors de l'étape 2 permet de consolider et d'analyser l'information décisionnelle par rapport aux familles de produits et par business unit de transformation. Les processus sont ainsi « consolidés » par business unit et par famille d'items produits (bien ou service). Le tableau 2 explique ainsi la logique retenue pour la consolidation de l'information décisionnelle financière. Nous supposons ainsi que la CLH produit un ensemble de biens et services que l'on peut regrouper en famille de produits. Chaque famille de produits consomme les activités des processus P. Différentes BU sont capables de produire la même famille et sont aussi identifiés comme utilisant des processus de la même nature. Le manager de la CL a besoin d'informations par famille, processus et BU.

Tableau 2 : La construction des tableaux de bord décisionnels

Produits			Business Unit
Famille l	Famille i	Famille m	
Processus consommés pour produire les items de la famille l	--	--	... BU(l) Compte de résultat pour la BU(l)
--	Processus consommés pour produire les items de la famille i dans la BU(j)	--	... BU(j) Compte de résultat pour la BU(j)
--	--	Processus consommés pour produire les items de la famille m par la BU(r)	... BU(r) Compte de résultat pour la BU(r)
...
Compte de résultat pour la famille l	Compte de résultat pour la famille i	Compte de résultat pour la famille m	Compte de résultat pour le Supply Chain Costing par BU processuelles et par famille de produit

4 Mise en œuvre de l'approche proposée sur la CLH de l'OCP

L'OCP est le terrain d'application de deux recherches-interventions réalisées dans le cadre de thèses réalisées dans le cadre d'une chaire financée par cette entreprise. Initialement spécialisé dans l'extraction de minerais de phosphate, l'OCP a élargi ses activités vers la production de fertilisants phosphatés selon un processus de transformation chimique.

L'OCP maîtrise totalement sa chaîne logistique, caractérisée par des processus de production continus travaillant sur lots à transporter entre deux maillons de la chaîne, ce qui lui confère des caractéristiques des systèmes productifs discrets et continus. Dans ce contexte, les différents sous-systèmes de la chaîne sont découplés par de nombreux stocks de matières premières de caractéristiques et de qualités différentes. L'introduction récente du *pipe* (300 km à l'axe nord Khouribga – Jorf Lasfar (voir figure 3) transportant des « boues » de minerais de phosphate modifie complètement la chaîne logistique en réduisant le cycle de production, en modifiant la localisation de certaines opérations et en permettant d'accentuer le couplage entre certaines unités productives. Khouribga constitue la plus importante zone de production de phosphate du groupe OCP. Ce site minier comporte trois zones d'extraction. La capacité de production s'élève à 19 millions de tonnes par an. Les qualités sources sont éventuellement traitées, après extraction, afin d'élever leur taux de phosphate et de contrôler le taux de silice. Ce traitement est effectué dans des laveries.

Pour la valorisation des phosphates provenant des pôles miniers, le Groupe OCP a décidé de réaliser le complexe industriel Maroc Phosphore III-IV à Jorf Lasfar. Ce complexe permet de produire annuellement 1,7 millions de tonnes d'acide phosphorique et 1,8 millions de tonnes équivalent D.A.P.,

nécessitant la transformation de : (i) 1,7 millions de tonnes de soufre ; (ii) 0,5 million de tonnes d'ammoniac ; (iii) 6,5 millions de tonnes de phosphate.

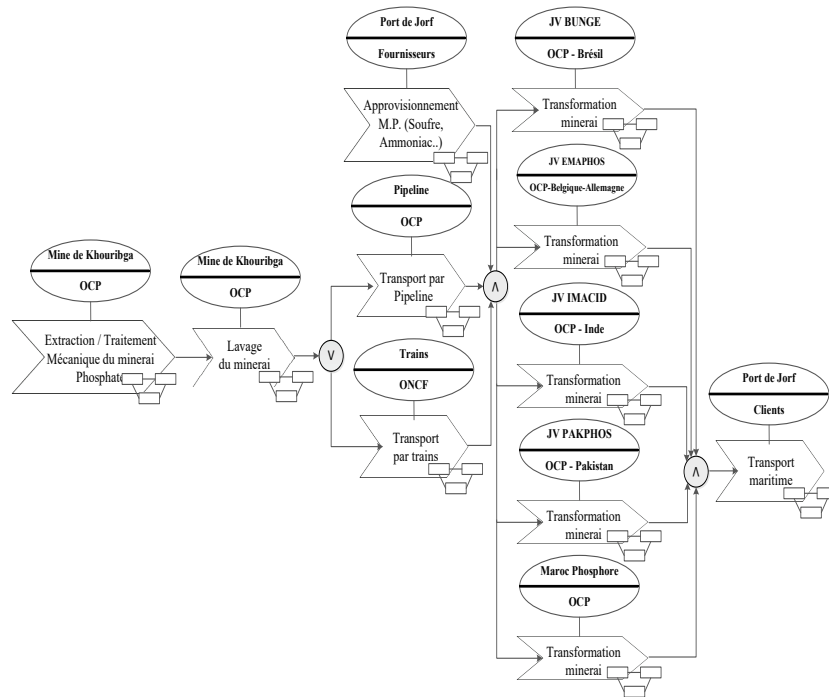


Figure 3 : Modèle agrégé de la chaîne logistique OCP – Axe Nord

Cette plateforme est constituée des installations suivantes : atelier de production d'acide sulfurique, atelier de production d'acide phosphorique, atelier de production d'engrais, atelier des utilités, unité de stockage et port.

Dans le cadre de notre recherche, nous avons créé un modèle agrégé et détaillé de toute la chaîne – axe nord (voir figure 4) qui permet à la fois de concevoir les modèles de simulation des flux physiques de la CLH mais aussi une modélisation ABC de la création de valeur des entités composant la CLH.

L'approche proposée dans (§3) est mise en œuvre dans le contexte de la chaîne logistique hybride de l'OCP. Nous ne présentons ici que le résultat de la mise en œuvre de l'approche permettant de structurer et de comprendre les processus de consolidation des modèles d'évaluation ABC pour la CLH de l'OCP. Le tableau 3 représente une proposition de structuration des métiers de la chaîne logistique « Nord » de l'OCP par famille de produits.

De plus, chaque passage de production entraînant un changement dans le processus et le discrétisant constitue un élément déclencheur permettant de mettre en évidence un inducteur de coût. Nous avons ainsi repris chaque processus et chaque activité au niveau de la BU « Acide » et de la BU « Engrais » afin de déterminer les inducteurs permettant d'imputer les charges de la balance comptable fonctionnelle de la chaîne logistique de l'OCP axe Nord. (Les processus discrets au niveau des différents BUs sont représentés dans le tableau 3 en italique rouge).

La construction d'un modèle ABC permet ainsi d'évaluer la création de valeur pour chaque BU constituant la CLH et permettant notamment de prendre en compte l'ensemble des extrants et entrants dans chaque entité processuelle (production d'énergie, valorisation des déchets, choix de commande à privilégier ...). Ce modèle sera ensuite soit intégré directement dans la simulation soit couplée à cette dernière ; cette étape, en cours de réalisation, porte sur deux ateliers tests que nous considérons comme deux BU autonomes qui sont l'atelier d'acide sulfurique (intéressant d'un point de vue méthodologique car il est producteur d'électricité et de produit intermédiaire) et l'atelier d'engrais.

Tableau 3 : Instanciation de la démarche pour la construction de tableaux de bord décisionnel

Famille "Roche"	Famille "Acide"		Famille "Engrais"	Business Unit
<ul style="list-style-type: none"> Extraction minéral Chargement et transport dans camions par type de qualité Criblage –concassage Transport vers laverie par chaînes Transformation du minéral par lavage Transport pour transformation chimique par pipeline (200km environ) <i>Transport de la roche par camion par type de qualité pour client externe</i> 	--	--	--	BU Exploitation Minière
--	Processus de Production d'Acide Phosphorique <ul style="list-style-type: none"> Transport pour transformation chimique par pipeline (200 km environ) Broyage, Filtration Décantation, Concentration, Clarification Stockage d'ACP <i>Transport pour client final</i> <i>Transport pour Joint-venture</i> <i>Transport pour</i> 	Processus de Production d'Acide Sulfurique <ul style="list-style-type: none"> Déchargement soufre solide Stockage soufre solide <i>Transport pour joint-venture ou processus de production</i> Production H2SO4 Stockage de H2SO4 Production d'énergie <i>Transport vers Joint-venture</i> <i>Transport vers atelier d'engrais</i> 	--	BU « Production d'acide »

	<i>production engrais</i>			
--	--	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Transport d'ACP</i> • <i>Transport d'H2SO4</i> • Granulation • Séchage • Criblage • Refroidissement ou broyage • Enrobage • Stockage des engrais • <i>Ensachage</i> • <i>Transport et vente engrais</i> 	BU Production Engrais	
Compte Résultat par activité pour la famille roche	Compte Résultat par activité pour la famille acide	Compte Résultat par activité Pour la famille engrais	Compte de résultat par métier et par produit	

5 Conclusion

Cet article montre, à partir d'une revue de la littérature que les approches de modélisation ABC sont centrées chaîne logistique discrète et qu'un couplage ABC / Simulation permettra de mettre en œuvre un SIAD évaluant à la fois les flux physiques et financiers de la chaîne logistique hybride. Nous montrons ainsi que la spécificité de la chaîne logistique hybride nécessite une approche différente de celle utilisée habituellement dans le cadre de la mise en œuvre des couplages entre ABC et la simulation car la désynchronisation des processus continus / discrets dans la chaîne logistique hybride constitue un point de définition des inducteurs de coûts ABC et des leviers d'action associés pour le management de la CLH.

La mise en œuvre de l'approche proposée sur la CLH de l'OCP constitue un programme de recherche qui permet de valider :

- la construction de couplage entre la SED et ABC pour la CLH ;
- la construction d'un modèle ABC permettant d'évaluer le flux physique d'une CLH ;
- la construction de règles de traduction entre système de contrôle de gestion pour entité fonctionnelle et système de contrôle de gestion pour entité processuelle.

References

1. Degoun M., Fénies P., Giard V., Retmi K., Saadi J. (2015) Evaluation de la performance économique d'une chaîne logistique hybride, in 11^{ème} congrès international de génie industriel - CIGI 2015 Quebec
2. Antuela A. Tako, Stewart Robinson (2012), The application of discrete event simulation and system dynamics in the logistics and supply chain context, *Decision Support Systems*, 52, p. 802–815
3. Krishnamurthi, M., Jayashankar, R., and Phillips, D.T., (1990) An Activity Based Costing Interface to Manufacturing Simulation, *Transactions of North American Manufacturing Research Institute of the Society of Manufacturing Engineers*, Vol. XXII, pp. 357 - 363.
4. Williams, R., Savory, P., Rasmussen, R., (1997). An Integrated Approach to Simulation and Activity-Based Costing for Evaluating Alternative Manufacturing Cell Designs. *Industrial and Management Systems Engineering Faculty Publications*.
5. Spedding, T.A., Sun, G.Q., (1999). Application of discrete event simulation to the activity based costing of manufacturing systems. *International Journal of Production Economics* 58, 289–301.
6. Von Beck, U., & Nowak, J.W (2000). The merger of discrete event simulation with activity based costing for cost estimation in manufacturing environments. *Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference*, December 10-13, 2000. WSC 2000, Wyndham Palace Resort & Spa, Orlando, FL, USA, ACM
7. Savory, P., Williams, R., Rasmussen, R., (2001). Combining Activity-Based Costing with the Simulation of a Cellular Manufacturing System. *Industrial and Management Systems Engineering Faculty Publications*.
8. Lee, T.-R., Kao, J.-S., 2001. Application of simulation technique to activity-based costing of agricultural systems: a case study. *Agricultural Systems* 67, 71–82.
9. Comelli, M., Fénies, P., Tchernev, N., (2008). A combined financial and physical flows evaluation for logistic process and tactical production planning: Application in a company supply chain. *International Journal of Production Economics*, 112, 77–95.
10. Lange, J., Bergs, F., Weigert, G., Wolter, K.-J., (2012). Simulation of capacity and cost for the planning of future process chains. *International Journal of Production Research* 50, 6122–6132.
11. Mahal, I., Hossain, M.A., (2015). Activity-Based Costing (ABC) – An Effective Tool for Better Management. *Research Journal of Finance and Accounting* 6, 66–73.
12. Fenies P., Lagrange S., Tchernev N., (2010) Decisional Modeling for Supply Chain Management in Franchise Network: application on a french bakery network, *Production Planning & Control: The Management of Operations* Volume 21, Issue 6, 2010, Pages 595 - 608 .
13. Baines, T.S., Harrison, P.D.K., Kay, J.M., Hamblin, D.J., (1998). A consideration of modelling techniques that can be used to evaluate manufacturing strategies. *Int J Adv Manuf Technol* 14, 369–375.
14. Chan, K.K., Spedding, T.A., (2003). An integrated multidimensional process improvement methodology for manufacturing systems. *Computers & Industrial Engineering* 44, 673–693.
15. Fox M.S., Barbuceanu, M., Gruninger, M., and Lin, J., (1998), "An Organisation Ontology for Enterprise Modeling", In *Simulating Organizations: Computational Models of Institutions and Groups*, M. Prietula, K. Carley & L. Gasser (Eds), Menlo Park CA: AAAI/MIT Press, p. 131-152.
16. Tham, K.D., (1999) "Representation and Reasoning About Costs Using Enterprise Models and ABC", PhD Dissertation, Enterprise Integration Laboratory, Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto.
17. Fenies Pierre (2010), *l'aide à la décision pour la logistique. Thèse de doctorat, Université Blaise-Pascal, Clermont-Ferrand II, 2010*
18. Ozbayrak M., Akgun M., Turker A.K., (2004), ABC estimation in a Push/Pull advanced manufacturing system, *International Journal of Production Economics*, Vol 87(1), 49-65.
19. Fenies P., Gautier F., Lagrange S., (2015) A Decisional Modelling for network franchise and supply chain management, to appear in *Supply Chain Forum: an international journal*.
20. Degoun M., Fénies P., Giard V., Retmi K., Saadi J. (2014a), General use of the routing concept for supply chain modeling purposes: the case of OCP SA, IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2014, in *Advances in Production Management Systems: Innovative and Knowledge-Based Production Management in a Global-Local World*, Grabot, B., Vallespir, B., Samuel, G., Bouras, A., Kiritsis, D. (Eds.), pp. 323-333, Springer. Ajaccio
21. Degoun M., Fénies P., Giard V., Retmi K., Saadi J. (2014b), Généralisation du concept de gamme pour modéliser les processus logistiques d'une supply chain : le cas de l'OCP, 10^{ème} Conférence Francophone de Modélisation, Optimisation et Simulation-MOSIM'14. Nancy