

APPORT A L'ETUDE DES RISQUES DE L'INFRASTRUCTURE FERROVIAIRE, QUELLES IMPLICATIONS SUR LA DISTRIBUTION PHYSIQUE DES VEHICULES DU SITE DE PRODUCTION AUTOMOBILE DE MELLOUSA¹⁵ (TANGER - MAROC)?

Jihad JAMÏ

Enseignant chercheur à l'Université Abdelmalek Essaâdi
Faculté des Sciences Juridiques, Economiques et Sociales de Tanger. Maroc
Département Economie et Gestion

Hajar AMRANIA

Titulaire d'un Master, option : Logistique portuaire et transport international
de l'Université Abdelmalek Essaâdi - Tanger.
Faculté des Sciences Juridiques, Economiques et Sociales Maroc

Abstract

The logistics optimization issues are at the heart of the concerns of industrial enterprises. Indeed, a better management of the supply chain lies in the control of constraints QCT (quality-cost-time), the three pillars of performance.

In this context, the choice of solutions for physical distribution of products is of capital importance, since they determine the optimization goal.

The choice is even more compelling, with the current trend towards green logistics.

In this regard, "Renault Tanger Exploitation", freshly implanted in northern Morocco, with 94% of production for export, directs the management of downstream logistics processes to more fluidity thanks to the use of the railroad.

Therefore, several questions arise around security approach – transport of vehicles.

Does the railroad provide operational continuity of logistics flows? What are the current and potential risks that can be identified? ...

The objective being to reduce the risk of stopping the rail flow which has a direct impact on the ability of the storage of manufactured vehicles and the production flow.

Keywords : Risk Management, rail transport, qualitative analysis, quantitative analysis ...

Résumé

Les enjeux d'optimisation logistiques sont aujourd'hui au cœur des préoccupations des entreprises industrielles. En effet, une meilleure gestion de la chaîne logistique réside dans la maîtrise des contraintes Q.C.T (qualité -coût- temps), trois piliers de la performance.

Dans cette optique, le choix des solutions de distribution physique des produits revêt une importance capitale, dans la mesure où ils conditionnent cet objectif d'optimisation.

Le choix est d'autant plus contraignant, avec les tendances actuelles vers une logistique écologique.

¹⁵ Le site de Melloussa se situe dans le périmètre de la commune rurale de Jouamaa, à 15 kilomètres au sud-est de la ville de Tanger.

A ce propos, « Renault Tanger Exploitation », fraîchement implanté au nord du Maroc, avec 94% de la production destiné à l'exportation, oriente la gestion de ses processus logistiques avals vers plus de fluidité grâce notamment à l'utilisation de la voie ferrée.

Dès lors, plusieurs questions se posent autour de la sécurisation de l'approche - port des véhicules.

Cette liaison assure-t-elle la continuité opérationnelle du flux logistique ?, Quels sont les risques actuels et potentiels pouvant être recensés?...

L'objectif étant de réduire le risque d'arrêt du flux ferroviaire qui a un impact direct sur la capacité du site de stockage des véhicules fabriqués et le flux de production.

Mots clés : Management des Risques, transport ferroviaire, analyse qualitative, analyse quantitative...

Introduction

Situé à la lisière de l'Europe et de l'Afrique, le Maroc a lancé depuis quelques années de grands chantiers pour le développement économique et industriel du pays. C'est dans cette optique et avec la stratégie Emergence¹⁶, que ce dernier a focalisé ses efforts de développement industriel sur les filières pour lesquelles le pays possède des avantages compétitifs clairs et exploitables.

Afin d'exploiter ces potentialités, la stratégie industrielle Marocaine vise à renforcer l'attractivité du pays via la définition d'une offre dédiée aux Equipementiers et aux constructeurs.

Dans ce cadre, le secteur automobile a vécu pendant les cinq dernières années un fort développement au Maroc, notamment avec l'implantation du site d'assemblage Renault. Leader de l'industrie automobile, l'alliance Renault-Nissan a installé la plus grande usine automobile au sud de la Méditerranée, en Afrique et dans le monde arabe à Tanger.

Afin d'accompagner la montée en cadence, l'usine Renault Tanger Exploitation (RTE) devra nécessairement maîtriser et optimiser les différents flux de sa chaîne de distribution aval des véhicules, avec les contraintes de temps, de fiabilité, de coût et de qualité, en vue d'acheminer ses marchandises de manière sûre et efficace et d'assurer une livraison « juste à temps ».

C'est dans ce contexte qu'une grande question se pose :

La région de Tanger dispose-t-elle d'une infrastructure de transport ferroviaire adaptée aux exigences du développement de l'industrie de production automobile et permettant par conséquent de participer à l'attractivité industrielle de la région ?

Le choix d'autres solutions d'acheminement, ne s'avère-t-il pas plus viable et ne permet-il pas d'atteindre encore mieux les objectifs de performance du flux aval ?

Nous tenterons, à travers le présent développement, à répondre à la question posée ci-dessus, à travers **l'étude d'un cas spécifique**¹⁷, à savoir le cas de la liaison ferroviaire entre le site de production Renault à Melloussa et le port de Tanger Méditerranée (T.M), en se focalisant plus sur **les risques** attendant à cette dernière, et comment ces risques peuvent avoir un **impact** indéniable **sur l'activité de l'équipementier automobile**.

L'étude préconisée dans le cadre de la présente communication repose principalement sur la méthodologie basée sur l'approche D.M.A.I.C¹⁸ (Définir, Mesurer, Analyser,

¹⁶ Le plan Émergence est une stratégie industrielle qui a été lancée en 2005. Les objectifs de ce Plan sont la mise à niveau du secteur industriel, sa modernisation et la consolidation de sa compétitivité. (<http://www.diplomatie.ma/Economie/lesStrategieSectorielles/tabid/175/vw/1/ItemID/321/language/en-US/Default.aspx>)

¹⁷ Il s'agit d'une étude ponctuelle, c'est-à-dire réalisée dans une période donnée.

¹⁸ FRECHET Caroline, « Mettre en œuvre le SIX sigma », édition d'organisation, 2005.

implémenter et contrôler). Toutefois, les parties implémentation et contrôle ne vont pas être traités dans la mesure où il s'agira de proposer un plan d'action et de mesurer ses conséquences en terme de cout uniquement.

Il s'agira dans un premier temps, de présenter la vocation du management des risques et les apports théoriques liés à l'évaluation des risques du transport ferroviaire, afin de procéder au traitement du cas pratique lié à l'étude.

Du point de vue empirique, l'objectif principal de la présente communication : est de mesurer l'ampleur des risques éventuelles liées à la mise à disposition des marchandises de la zone de Melloussa au port TM et leurs impacts sur la continuité opérationnelle du flux logistique aval des expéditions par voie ferroviaire, entre l'usine R.T.E à Melloussa et le Terminal Véhicules Renault (T.V.R) au Port T.M.

Les raisons principales qui nous ont poussé à mener la présente étude :

- L'ampleur du projet Renault et ses ambitions en terme d'objectif (production et exportation).
- L'importance de la liaison ferrée dans l'acheminement du fret .
- La relation étroite entre le flux aval, le flux de stockage et les flux internes de production.
- Les effets des retards de livraison et leurs impacts en terme de compétitivité (Commerciale et financière).

I- Management des risques

Le management du risque¹⁹ s'attache à identifier les risques qui pèsent sur les organisations et peuvent avoir des conséquences en termes de performance économique et de réputation professionnelle mais également au niveau de l'environnement, de la sécurité et de la société.

C'est pour cela que la gestion²⁰ des risques²¹ a pour vocation d'aider concrètement les entreprises à obtenir de bons résultats dans un contexte d'incertitudes multiples (ISO 31000²²).

1. Le processus général d'analyse du risque

D'après M. Lasagne (2004), le processus général d'analyse des risques s'inscrit dans une démarche en quatre temps, généralement suivie d'une étape de choix de mesures de réduction des risques. (1-Analyse du système, 2-Identification des risques, 3-Modélisation qualitative des risques, 4-Quantification des risques).

A chacune de ces phases vont correspondre certains outils que nous allons passer en revue de manière synthétique²³.

La phase d'analyse du système va généralement faire appel à des outils tels que l'analyse fonctionnelle qui vise à identifier les principales fonctions et finalités du système étudié et leurs interactions. Elle permet d'établir un état des lieux qui sert ensuite de fondement au reste de l'analyse.

L'identification des risques²⁴, utilisera des outils qualitatifs tel que l'analyse des modes de défaillances, de leur effet et de leur criticité (A.M.D.E.C).

¹⁹ KEREBEL Pascal (2009), « Management des risques », Editions Organisations.

²⁰ Encyclopédie numérique wikipedia. http://fr.wikipedia.org/wiki/Gestion_du_risque (consulté le 10.12.2012)

²¹ Commission d'experts pour le transport de marchandises dangereuses, Fil conducteur, la 42ème session » (Madrid, 21-25 novembre 2005)

²² ISO 31000 : 2009 est une norme lié au *management du risque elle édicte les principes et lignes directrices*, fournit un cadre et des lignes directrices pour gérer toute forme de risque. (<http://www.iso.org/iso/fr/home/standards/iso31000.htm>).

²³ LASAGNE Marc, thèse de doctorat, « Management des risques, stratégie d'entreprise et réglementation : le cas de l'industrie maritime », 7 décembre 2004, p : 21.

²⁴ LANDY Gérard (2007), « AMDEC Guide pratique », AFNOR, (2^{ème} édition).

L'analyse qualitative des risques se fonde sur l'avis d'experts qui associent à chaque fonction du système considéré les risques qui en découlent, et leurs conséquences. (Démarche peu formalisée liée plus au savoir-faire et la connaissance du terrain d'étude).

La dernière phase de l'analyse des risques consiste à procéder à **une quantification**. Pour aboutir à une hiérarchisation des risques, et déterminer les priorités du plan d'actions

2. Les facteurs d'évaluation du risque

Selon M. QUATRE (2012), « en prenant en compte tous les aléas, chacun est caractérisé, par une probabilité d'occurrence. Il s'agira ainsi, de réaliser, par les méthodes d'analyse de risque, une évaluation à la fois en termes de gravité et de probabilité d'occurrence... ».

« ...Il est bien évident que le résultat de ces analyses ne peut s'exprimer de manière synthétique pour donner des éléments de conduite d'une politique destinée à éviter accidents et événements graves, c'est-à-dire « une politique de sécurité ».

L'analyse de risque est de plus en plus complexe, lorsque l'incident est dû à plusieurs causes ou lorsqu'il est lié à un enchaînement de causes faisant ainsi intervenir des aléas d'origines diverses. Il est donc important d'innover en matière de plans d'action et de disposer de scénarios viables.

S'agissant du transport. En installant ces barrières au niveau de la prévention, de la récupération en cas de défaillance, de l'atténuation et finalement de l'intervention, il en résultera une réduction très forte des risques encourus dans le système transport.²⁵

Le produit de la probabilité (P) par la gravité (G) caractérise le risque encouru et s'appelle la **criticité** (C). L'objectif étant de réduire cette criticité ou, plutôt, de se situer dans une zone considérée comme acceptable : très forte probabilité et faible gravité ou très faible probabilité et forte gravité – cet extrême devant même être évité.

Les défaillances placées sur cette matrice vont ensuite pouvoir être traitées dans une optique de management²⁶ des risques. Les défaillances de la zone sud-ouest seront peu critiques (zone acceptable de criticité), par contre celles de la zone nord-est devront faire l'objet de mesures de réduction des risques²⁷.

II- Le Transport ferroviaire et les risques du rail

Statistiquement, le transport ferroviaire est l'un des moyens de transport les plus sûrs²⁸. Cependant, le transport ferroviaire étant un transport de masse, les accidents prennent parfois des proportions spectaculaires et entraînent de véritables catastrophes²⁹, notamment, dans le cas où le système ferroviaire ne possède pas une infrastructure avec des dispositions de sécurité bien adaptées.

A ce propos, une gestion globale s'impose, impliquant la gestion préventive des risques pouvant surgir tout au long du transport par voie ferroviaire³⁰.

Dans cette optique, nous présenterons, dans un premier temps, une vue d'ensemble sur les différents aléas ferroviaires et par la suite, nous exposerons la typologie des risques liés au système.

²⁵ QUATRE Michel, « Transport et risques » article UNIVERSALIS 2012.

²⁶ MAZOUNI Mohamed-Habib (2008). Pour une Meilleure Approche du Management des Risques. l'Institut National Polytechnique de Lorraine. Université de Nancy. France

²⁷ LASAGNE Marc, *Ibid*

²⁸ PIMOR Yves et Fender Michel (2008), « Logistique », DUNOD, (5^{ème} édition).

²⁹ <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=14587> (consulté le 10.12.2012)

³⁰ Site officiel de la Direction Départementale de L'Oise – France. www.oise.equipement-agriculture.gouv.fr/cahier-no85-le-risque-tran, (consulté le 07.01.2013).

- **Les aléas rencontrés et les principales causes de dysfonctionnement**

Tous les composants d'un système de transport peuvent être défaillants ou perturbés : le matériel lui-même mais aussi ceux qui l'utilisent ou le conduisent. De plus, des éléments extérieurs peuvent intervenir.

Le système matériel : Il comporte : des dispositifs de prévention qui peuvent être constitués d'éléments redondants, de moyens d'arrêt en cas de danger ou d'atténuation en mode dégradé, comme la limitation de vitesse ; des dispositifs de récupération en cas de défaillance comme le contrôle de vitesse externe au train sur le chemin de fer, des dispositifs atténuateurs des effets d'un accident comme un bouclier protecteur à l'avant des trains ou la ventilation des tunnels en cas d'incendie.³¹

Tous ces moyens mécaniques électriques ou électroniques ont de très faibles probabilités d'être défectueux s'ils sont correctement entretenus et renouvelés. La sûreté de fonctionnement permet d'évaluer leurs performances en distinguant la fiabilité, la maintenabilité et la disponibilité.

Le facteur humain : Après les aléas matériels, interviennent tous les éléments qui proviennent du comportement de l'Homme face à la machine. Plusieurs améliorations ont été apportées à ce niveau. Ces améliorations n'éliminent en aucun cas le facteur humain, dans la mesure où ce sont les Hommes qui conçoivent et innovent en matière de processus. Ils sont chargés du contrôle de la mise en œuvre des politiques de maintenance. Le nombre d'accidents est dû à une maintenance mal réalisée ou mal conçue ou dont les résultats n'ont pas été correctement testés.

Les risques externes au système : Les systèmes transport sont toujours soumis à des aléas externes selon des degrés de vulnérabilité variables. En plus des risques technologiques et naturels, les conditions météorologiques font parties des aspects dont les dispositifs de surveillances et d'alerte sont le plus élevés quant aux contraintes de l'exploitation. (risques liés au manque de stabilités, ralentissements, retards, déroutement, fermeture des gares).

La sûreté : Le traitement des risques dus aux aléas de fonctionnement des systèmes de transport, qu'ils soient d'origine matérielle ou qu'ils relèvent du facteur humain est une opération de sécurité (safety en anglais). Celle-ci se décompose en plusieurs stades :

la prévention pour éviter la survenance de l'événement redouté,

l'alerte pour prévenir les exploitants, les usagers et les services de secours,

la protection pour limiter les conséquences de cet événement,

et enfin **l'intervention** pour porter secours.

Dans le cas d'actes illicites³² qui ne sont plus aléatoires mais intentionnels (comme la délinquance comme la fraude au titre de transport, la malveillance et le sabotage ainsi que les actes de terrorisme), ces divers stades sont toujours valables mais doivent être adaptés, en particulier celui de la prévention. Le terme employé est alors celui de sûreté (security en anglais).

- **Typologie des risques ferroviaires :**

Il existe cinq risques ferroviaires³³: Le nez-à-nez - Le rattrapage - La prise en écharpe - Le déraillement - L'obstacle.

Risques liés à la circulation des trains

- Nez-à-nez : il s'agit d'une collision frontale entre deux trains
- Rattrapage : il s'agit ici d'une collision par l'arrière.
- Prise en écharpe : collision latérale qui se produit à une intersection de voies ou (passages à niveau).

³¹ QUATRE Michel, *Op.cit*

³² QUATRE Michel, *Ibid*

³³ <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=14587> (consulté le 10.12.2012)

- Dérive: il peut s'agir d'un ou de plusieurs véhicules (voiture, wagon) qui se mettent en marche suite à une immobilisation défailante, notamment en présence d'une pente importante. Mais le plus fort risque reste l'inefficacité du freinage d'un train, appelé enrayage.

Risques liés à l'état du matériel roulant

- Échauffement de boîte de roulement (la boîte d'essieux).
- Rupture d'essieu.
- Défaillance du système de freinage.

Risques liés à l'état de l'infrastructure

- Effondrement d'un ouvrage : pont, viaduc, voûte d'un tunnel ou plate-forme supportant la voie.
- Cassure d'un rail.
- Déformation de la voie courante.

Risques liés à une erreur humaine

- Non-respect de la signalisation (franchissement d'un signal d'arrêt fermé, excès de vitesse...).
- Erreur d'aiguillage sur un poste.

Risques liés à des éléments extérieurs

- Actes illicites.
- Obstacle sur la voie : risque de collision avec un objet (voiture, camion, coulée de boue, wagon...).
- Intempéries : un train en circulation peut être déséquilibré, voire emporté, par des rafales de vent³⁴.

Le transport ferroviaire reste un des transports les plus sûrs quant à l'acheminement du fret. Toutefois, cela n'empêche pas qu'il reste soumis à des contraintes d'exploitation. Une défaillance d'un des éléments du système constitue sans aucun doute un facteur de risques.

La liaison ferrée reliant le site de Melloussa et le port TM, peut constituer un facteur de productivité ou d'improductivité. Cela dépend de la maîtrise du facteur risque et de la capacité d'exploitation de la ligne dans les conditions normales. L'infrastructure ferroviaire, joue, à cet effet, un rôle très important. Des facteurs peuvent entraver l'atteinte de cet objectif de productivité, pour ne citer que la nature du terrain.

III- Etude du flux d'expédition ferroviaire de fret via le port Tanger Med : Cas de l'automobile

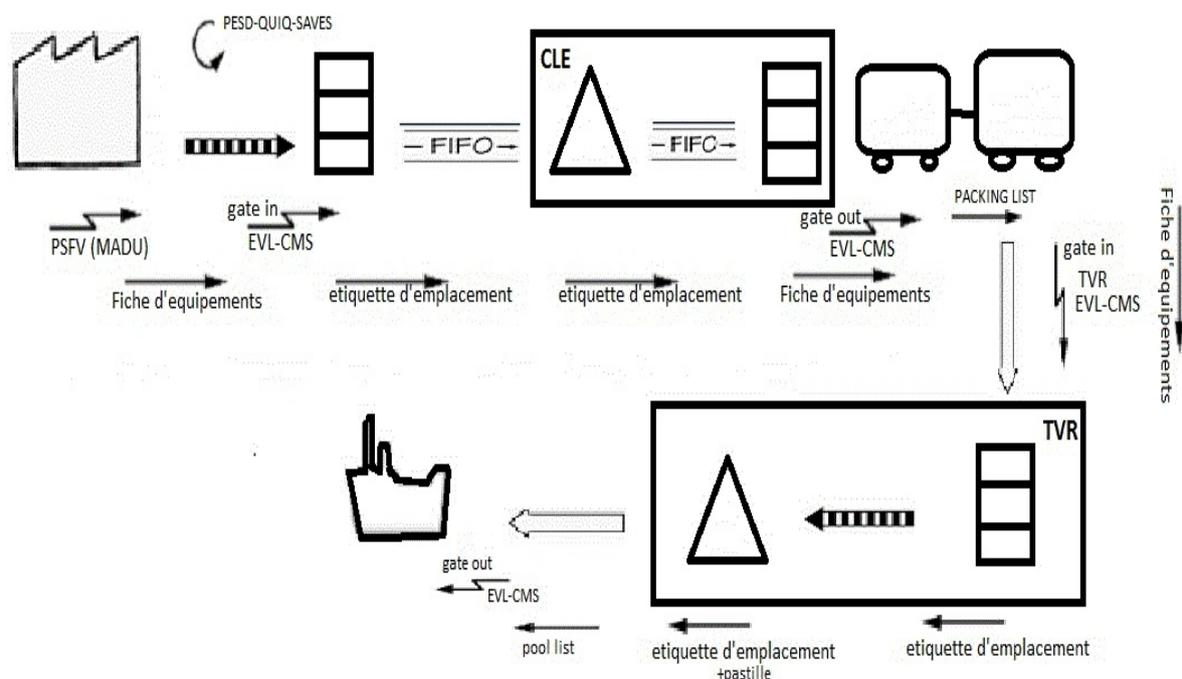
Début 2008, l'Alliance Renault-Nissan a démarré les travaux d'implantation du complexe industriel « Renault Tanger Méditerranée ». Le nouveau site, installé sur un terrain de 300 ha dans la Zone Economique Spéciale de Tanger Méditerranée, comprend une usine d'assemblage avec accès à la plateforme portuaire du Port de Tanger-Med. L'activité de ce complexe a débuté en 2012 et l'entreprise s'appuie sur la position stratégique du port de Tanger entre l'Atlantique et la Méditerranée, un tissu développé et compétitif de fournisseurs, et une main d'œuvre formée aux meilleures techniques automobiles.

³⁴<http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=14587> (consulté le 10.12.2012)

1) Etude du processus d'expédition

L'usine Renault Tanger Exploitation (RTE), produit des Véhicules Neufs, Environ 94% en moyenne de sa production totale est destinée à l'exportation, et doit transiter par le port de Tanger Med vers les marchés de destination. Les pays de destination des véhicules exports sont connus à leur sortie de l'usine. La totalité des véhicules exports doivent être transportés par train entre le CLE (Centre Livreur Expéditeur) attendant aux usines de fabrication des véhicules et le Terminal portuaire.

Figure2 : Cartographie générale du flux logistique aval export³⁵



La cartographie ci-dessus, illustre le flux physique et d'information des véhicules depuis la sortie Usine, jusqu'à l'arrivée au Terminal portuaire Tanger Med.

A la sortie usine, le Prestataire GSTM³⁶ (Groupe STVA) qui a conçu des wagons spécifiques pour l'acheminement des véhicules de l'usine Renault-Nissan de Melloussa vers le port de Tanger-Med, gère le Centre Livreur Expéditeur (CLE), le Terminal Véhicules Renault (TVR) et assure également le chargement et le déchargement des wagons ferroviaires, en flux tendu, entre l'usine et le port. Il effectue un contrôle qualité en présence d'un représentant de l'usine.

³⁵ PSFV: système d'information de gestion de production

(MADU) : mise à disposition usine : c'est la déclaration -sur le système PSFV Renault-, qui signifie que le véhicule est validé Bons, complets et conformes (BCC) et qu'il est sorti.

Gate In : c'est l'entrée des véhicules sous la responsabilité du Prestataire GSTM, lors du saisi des Véhicules sur le système EVL-CMS,

EVL-CMS : Module du système d'information de la gestion du centre ; EVL« European vehicle logistics »

Gate out : c'est la sortie des Véhicules déclaré sur le Système EVL-CMS,

Packing list : liste de colisage des véhicules chargés sur le train,

POOL list : contient les lots de véhicules à expédier par navire,

PESO-QUIQ SAVES : prélèvement sur véhicules pour le contrôle qualité,

FIFO : « First In First Out », méthode de stockage sur le centre,

³⁶ Geodis-STVA Tanger Méditerranée (Filiale du groupe STVA).

STVA : Le prestataire logistique qui a conçu des wagons spécifiques et dédiés pour l'acheminement des véhicules de l'usine Renault-Nissan de Melloussa vers le port de Tanger-Med. Il gère le Centre Livreur Expéditeur, le Terminal Véhicule Renault et assure également le chargement et le déchargement des wagons ferroviaires, en flux tendu, entre l'usine et le port.

L'ONCF³⁷ assure la traction, selon un planning qui permet d'effectuer au maximum 3 sillons³⁸ par jour (3 aller-retour), 6 jours par semaine. 2 sillons par jour au minimum doivent être effectués.

Ceci signifie qu'une rotation dure au maximum huit heures ; le Prestataire dispose de quatre heures pour effectuer les opérations de chargement / déchargement du train.

Les véhicules sont chargés à bord du train au terminal ferroviaire de Melloussa, et déchargés au terminal ferroviaire de Tanger Med dans un délai maximum de quatre heures.

Les prestations suivantes doivent être appliquées à ces véhicules exports :

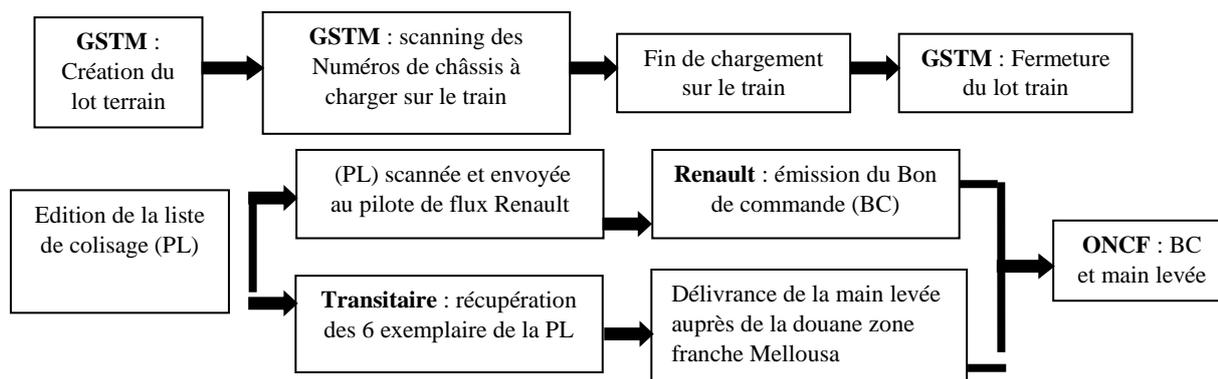
- Transfert de l'usine au CLE,
- Manutention sur le CLE,
- Chargement sur le train pour transfert vers le terminal,
- Déchargement du train à l'arrivée au terminal portuaire,
- Manutention sur le terminal portuaire
- Chargement à bord des navires.

1- Analyse fonctionnelle du système étudié :

L'étude du processus expédition³⁹ (qui commence depuis le chargement train dans la zone dédiée à cet effet, jusqu'au déchargement au TVR) peut être répartie en 3 étapes.

Etape 1 : Le chargement du train. Cette étape génère des flux physiques et informationnels et fait intervenir différents acteurs.

Figure 3 : Etapes de chargement des véhicules sur wagon au départ du site de Melloussa



Etape 2 : Le trajet.

La mise en marche de cette ligne de transport est le fruit d'un partenariat stratégique entre l'ONCF et le port de Tanger-Med. L'ONCF a réalisé des terminaux ferroviaires à l'usine Renault et au port de Tanger-Med. Ces derniers peuvent assurer le traitement de 400.000 véhicules par an. Un unique train assure cette liaison ferroviaire.

L'ONCF se charge des manœuvres de division et de formation de la rame et assure la traction.

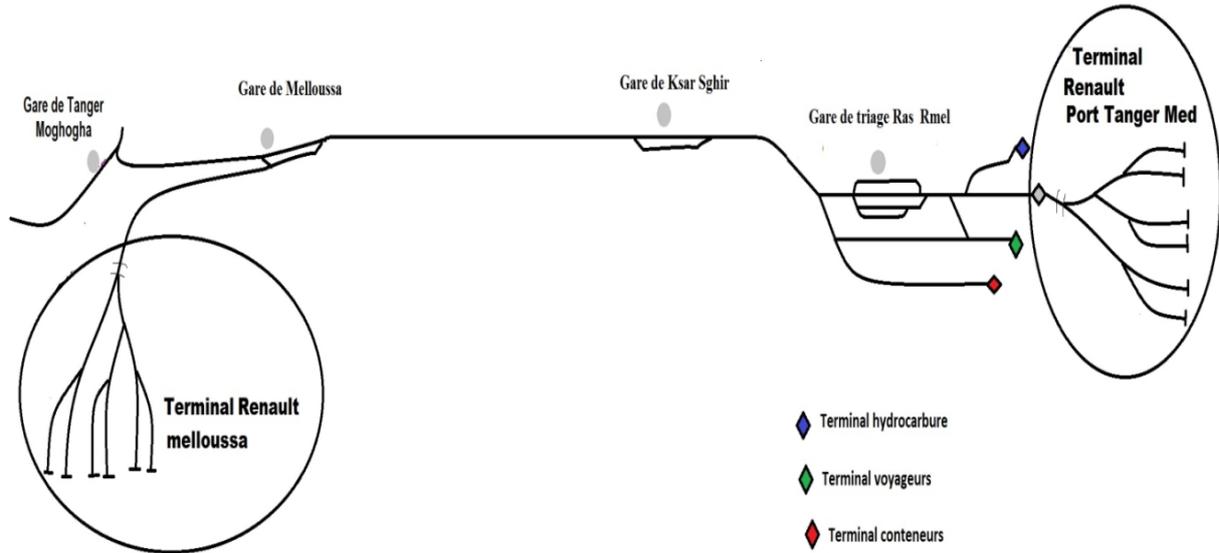
- Les manœuvres de division de la rame en deux parties à chaque arrivée train.
- La traction entre Melloussa et le Port Tanger-Med.
- Les manœuvres de formation des deux parties de la rame pour chaque départ train.

³⁷ Office National des Chemin de Fer

³⁸ Sillon : rotation train

³⁹ le processus de l'expédition met en interaction plusieurs acteurs, à savoir : GSTM ; les pilotes de flux logistique aval du service DLO (Direction Logistique Opérationnelle) Renault, l'ONCF, le transitaire, la douane, et TMPA (Tanger Med Port Authority). Ceci dit, que le flux est assuré par la contribution de chacun des acteurs cités, ce qui explique la complexité du flux et la nécessité d'assurer une meilleure communication entre les différents acteurs.

Figure 4 : La ligne ferroviaire depuis l'usine Renault Tanger Exploitation jusqu'au Port Tanger Med



L’analyse de la ligne ferroviaire (Tanger – Tanger Med) montre que la voie ferrée commence par un embranchement particulier depuis l’usine jusqu’à la gare de Melloussa. A partir de Melloussa, le train prend une voie ferroviaire commune, qui est le prolongement depuis la gare de Tanger vers celle de Ras Rmel, pour arriver à l’embranchement particulier du terminal de Tanger Med. La voie passe par trois gares de triage, deux tunnels et sept viaducs.

L’exploitation de la voie est commune entre le train porte-véhicules de Renault, le train porte-conteneurs et le train voyageurs actuellement, ainsi le train d’hydrocarbure éventuellement.

Etape 3 : Déchargement au niveau du Terminal Véhicule Renault

A la fin du déchargement train, le prestataire, chargé de la mise à disposition, effectue un contrôle qualité des véhicules déchargés sur la zone tampon du terminal portuaire, en présence de l’ONCF.

• **Evaluation de la performance et analyse qualitative**

Un dispatching des taches du flux ferroviaire entre Tanger Med et Melloussa est effectué selon un planning minutieux. Le temps de mis à disposition est trop serré, les retards ne sont pas tolérables, ce qui nécessite le respect des horaires pour pouvoir maintenir trois rotations sur 24 heures.

Pour pouvoir évaluer la performance du processus, une opération de chronométrage a été effectuée sur le terrain, en prenant un échantillon d’opération et un calcul d’indicateurs de performance (KPI⁴⁰) est fait selon les indicateurs ci-dessous

$$L'écart\ temps = \text{heure réelle} - \text{heure allouée}$$

$$L'écart\ de\ durée = (\text{Durée réelle} - \text{Durée Planifiée}) / \text{Durée Planifiée}$$

- Avec L’indicateur “Ecart temps“, on mesure si une tache a été faite au temps prévu.
- Avec l’indicateur “Ecart de durée” ou le taux de dépassement de la durée, on mesure si une tâche a duré plus longtemps que ce qui avait été planifié initialement.

⁴⁰ Key performance indicator (Indicateurs clé de performance)

On calcul par la suite : **Le taux d'impact global** = écart temps /durée de la rotation

- Le taux d'impact global représente le taux de l'effet des retards sur le temps global alloué à une rotation.

Les résultats obtenus, nous ont révélé les écarts suivants :

- Ecart de la durée de chargement d'une moyenne de 37 minutes,
- Des retards au niveau de la durée de l'acheminement vers le Terminal Véhicule Renault, d'une moyenne de 12 minutes et au niveau de l'arrivée train à Melloussa, d'une moyenne de 16 minutes,
- Des retards au niveau de l'arrivée au Terminal Véhicule Renault, d'une moyenne de 20 minutes,
- Des écarts de la durée de déchargement d'une moyenne de 33 minutes.

Les constats suivants, nous ont amené à élaborer une analyse des défaillances, de leurs causes et de leurs effets, en vue de proposer un plan d'actions.

Mais, avant tout, grâce au diagramme Ishikawa, nous avons pu répertorier les causes inhérentes pouvant causer l'arrêt du train.

IV- La liaison Melloussa –Tanger Med : Analyse des défaillances et risques potentiels

Menée sous deux aspects (qualitatif et quantitatif), l'analyse des risques et des défaillances potentielles est focalisée sur la partie du processus qui commence depuis le chargement train dans la zone dédiée à cet effet, jusqu'au déchargement au Terminal Véhicule Renault.

Cette partie a été décortiquée en 3 étapes, en détaillant le déroulement des tâches dans chacune d'entre elles. Afin de bien cerner l'étude et de faciliter le recensement des défaillances et risques y afférents.

Le processus de l'expédition met en interaction plusieurs acteurs, à savoir : GSTM ; les pilotes du flux logistique aval du service DLO Renault (Direction Logistique Opérationnelle), l'ONCF, le transitaire, la douane, et TMPA.

Analyse qualitative : Le tableau suivant regroupe tous les risques et défaillances⁴¹ potentiels, leurs causes et leurs effets, qui peuvent perturber, retarder, ou affecter le bon déroulement des opérations d'expédition par train, depuis Melloussa vers le terminal du port T.M.

Tableau 1 : Analyse qualitative des modes de défaillances, de leurs causes et de leurs effets

Etapes du processus	Défaillance	Mode de défaillance	Causes	Effets
Avant le chargement train	Impossible de créer les lots navires	Le système informatisé ne fonctionne pas	Un problème au niveau du suivi de la distribution,	Sans impact sur le flux ; car la création du lot se fait J-4,
Chargement Train à Melloussa	Retard du chargement train	Retard d'arrivée train	Le conducteur de la locomotive arrive en retard, Manque de carburant dans la locomotive, Panne sur la locomotive, Occupation de ligne, obstacles.	Retard du départ train, risque de perte du prochain sillon.
		Problème de fonctionnement du système informatisé	Mauvaise manipulation, ou modification Panne du réseau Renault et du réseau STVA, L'application de suivi du centre véhicule ne fonctionne pas.	Impossible d'ajouter les véhicules au chargement, Impossible de contrôler les véhicules bloqués, Impossible d'éditer la liste de colisage.
		Wifi inaccessible à la zone du chargement	Problème WIFI.	Impossible d'ajouter les véhicules au chargement.
		Problème de fonctionnement du scanner	Mauvaise manipulation de l'appareil, Matière (batterie déchargée), Matériel (panne), Milieu (wifi indisponible).	Impossible d'ajouter les véhicules au chargement
		Sélection des véhicules bloqués ou débloqués.	Blocage/déblocage véhicules en temps réel, de la part du service qualité usine sans information, Matière (véhicules bloqués ou débloqués), Milieu (stockage en vrac: difficulté et retard au niveau du prélèvement du stock).	Retard du chargement train.
	Retard du départ train	Manque de documents (liste de colisage notamment)	Problème du réseau impression ou problème de l'application	Perturbation du flux de départ.
		Retard de la main levée	Retard transitaire, retard inspecteur de douane.	Retard du départ train.
		Manque documents (bon de commande notamment)	Impossible d'imprimer le bon de commande, Absence d'interlocuteur, problème connexion.	
		Problème technique du matériel	Panne locomotive, panne wagons.	Retard du départ train ou sillon raté.

⁴¹ NEAU Erwan. Directeur de publication. Site web sur l'innovation et l'information stratégique <http://erwan.neau.free.fr/Toolbox/AMDEC.htm> (consulté le 01.02.2013)

Tableau 1 (Suite) : Analyse qualitative des modes de défaillances, de leurs causes et de leurs effets

Etapes du processus	Défaillance	Mode de défaillance	Causes	Effets
Transport train	Impossibilité d'acheminement par train	Grève: (Société de transport du personnel, GSTM, ONCF, TMSA).	Problèmes sociaux.	Risque de saturation du Centre Livreur Expéditeur (CLE), Problème arrêt usine.
		Problèmes techniques liés à l'ONCF.	Problème de signalisation, Voie abimée, blocage de la voie pour diverses raisons.	Retard et accumulation des expéditions dans le parc.
		Inondations	Circonstances climatiques	Accumulation des expéditions dans le CLE (saturation), problèmes arrêt usine.
	Risques au cours de l'acheminement train	Accident train.	Troupe d'animaux	Dégâts locomotive, et par la suite, prochain sillon raté.
			Avec un autre train : collision avec une Avec une voiture dans un passage à niveau.	Dégâts : dépendent de l'accident, par la suite , soit un retard des envois d'un jour ou plus. Endommagement d'un ou deux wagons.
		Arrêt train : Panne machine, Panne de la voie électrifiée.	Panne locomotive, Faible courant dans une partie de la caténaire ou caténaire coupée.	Le sillon suivant sera raté.
		Déraillement train.	Provoqué par la présence d'une pâte graisseuse issue de la chute des feuilles morte ou des mauvaises conditions climatiques, Eboulement de pierres.	Retards des prochains sillons, Wagons endommagés.
		Incendie train	Coup de circuit caténaire de la voie électrifiée	Antenne véhicule montée, Porte coffre véhicule mal fermée, Mauvais temps : vent violent.
	Collision avec un train portematière dangereuse (combustible).		Risque d'incendie.	Arrêt des envois par train.
	Vandalisme.		Pyromanie, clandestins...	Dégâts (wagons endommagés), perturbation du flux, retards.
	Retard de l'arrivée train	Retard de mise à disposition de la rame.	Problème lors de l'acheminement, Retard départ au niveau de Melloussa, Retard d'arrivée (TMPA).	Retard du retour train et perte du prochain sillon.

Tableau 1 (Suite) : Analyse qualitative des modes de défaillances, de leurs causes et de leurs effets

Etapes du processus	Défaillance	Mode de défaillance	Causes	effets
Déchargement train au TVR	Saturation zone de stockage	Port consigné : arrêt des opérations au niveau du port.	Circonstances climatiques : vent violent	Arrêt des envois vers le port et par la suite saturation au niveau du CLE Melloussa.
			Incident de sécurité, incident de sureté (alerte à bombe, sabotage terroriste), Instructions étatiques.	Arrêt des envois vers le port et par la suite saturation au niveau du CLE Melloussa.
	Retard du déchargement train	Retard des agents de douane	Déplacement de l'agent de douane du local de l'Administration des douanes vers la zone TVR, La navette TMSA est effectuée chaque 30 min, Arrivée avant l'heure et attente de l'arrivée du train.	Retard du retour train, Prochain sillon sera raté.
		Perte de la clé du dernier véhicule plombé	Manque de communication, Perte de la clé.	Retard du déchargement, Prochain sillon sera raté.
		Impossibilité de déchargement train	Voie publique bloquée à cause d'un accident.	Perte des prochains sillons.
		Problème de fonctionnement du scanner.	Matière: batterie déchargée. Matériel: panne. Milieu: wifi indisponible.	Impossible de scanner les véhicules et de déclencher les impressions d'étiquettes automatiquement.
		problème de fonctionnement du système informatisé.	Matière : Panne du système informatisé. Milieu : Panne réseau Renault.	Impossible de scanner les véhicules et de déclencher les impressions d'étiquettes automatiquement, Impossible d'entrer les véhicules dans le système informatisé, Problème de stationnement des véhicules après saturation de la zone tampon.
		Manque d'agent de conduite des véhicules	-Blessure. Absence... -Majorité des agents déchargent ou chargent des navires en même temps, -Retard après la pause déjeuner, -Arrivée du train pendant la pause (aucun agent n'est disponible).	Retard du départ train (un sillon raté).
		Un véhicule bloque le déchargement du train	Problème de batterie, Accident à bord.	Retard du déchargement, prochain sillon raté.

Suite au traitement des modes de défaillance nous avons défini les aspects liés à : la gravité, la fréquence et la détection.

Une notation a été attribuée⁴² Pour évaluer la criticité⁴³ des problèmes relevés.

Tableau 2 : Grille de cotation de la gravité

Cotation	Gravité	Durée de défaillance
1	Défaillance minimale	Sans conséquence sur le flux : 10 min
2	Défaillance mineure	Perturbe le flux : Entre 10 et 45 min
3	Défaillance majeure	Perte d'un sillon : plus de 45 min à 24 heures
4	Grave	Arrêt durant entre 24 heures et 4 jours
5	Critique	À partir de 5 jours d'arrêt de flux (Saturation zone de stockage (5600) et Arrêt de la chaîne de production après 6 jours.

Tableau 3 : Grille de cotation de la fréquence

Cotation	Fréquence
1	Pratiquement inexistante
2	Moins d'une fois par mois
3	1 fois par mois
4	1 à N fois par semaine
5	1 à N fois par jour

Tableau 4 : Grille de cotation de la détection

Cotation	Détection
1	Efficace
2	Risque de non-détection
3	Détection peu fiable
4	Aucune détection

Après avoir listé les risques et élaboré l'analyse quantitative de la criticité, nous avons procédé à la hiérarchisation de ces derniers, selon leur degré de criticité, dans le but de prioriser et d'agir sur les problèmes les plus critiques. A ce propos, l'étude apporte des solutions pour les différentes défaillances représentant presque 70% des arrêts du flux, classées selon le degré de gravité de l'arrêt.

⁴² Notation attribuée en fonction des contraintes professionnelles de mise à disposition du site de production jusqu'au port TM.

⁴³ **La criticité ou l'indice de criticité** : appelé aussi indice de priorité du risque (IPR) ou nombre de priorité de risque (NPR). C'est le produit **occurrence** × **détection** × **gravité**. Il caractérise le niveau de fiabilité du système étudié. Plus l'indice est élevé, plus le traitement du mode de défaillance est urgent.

La gravité : C'est l'estimation des conséquences sur la tâche qui suit. L'impact est évalué par rapport au critère temps. Plus l'effet de la défaillance cause des retards, plus il est coté grave. L'évaluation s'est faite selon les éléments suivants :

- Pour la durée de la rotation du train qui est de 8 heures, un retard de 10 minutes est sans conséquence sur le flux, Or après 45 minutes de retard, on risque la perte du sillon prochain. Ceci dit, ne pas pouvoir assurer les 3 sillons sur les 24 heures.

Aussi, prenant en compte la capacité du stockage sur le CLE qui est de 5600 places (94% pour l'export, 6% marché

local). Et si on considère que le CLE est déjà rempli à 30% dans les conditions normales. On aura alors, $5600 \times 0,7 = 3920$ places disponibles $3920 \times 0,94 = 3684$ places disponibles pour les VN export

Et sachant que l'usine produit 653VN/jour, dont 614VN sont destinés à l'exportation, la durée d'absorption de la production par le CLE est de : $3684p/614V = 6$ jours de production.

La fréquence (probabilité d'apparition) : la probabilité que la cause apparaisse et qu'elle entraîne le mode de défaillance.

La détection : la possibilité de non-détection de la défaillance avant qu'elle se produise.

Tableau 5 : Classification des défaillances par ordre décroissant selon leur criticité

N°	Modes de défaillances	IPR	% IPR	Cumul IPR	% cumul IPR
1	Arrêt du train : panne locomotive/ panne voie électrifiée	36	11%	36	11%
2	Système informatisé est inaccessible au buffer	27	8%	63	19%
3	Sélection parmi les véhicules bloqués ou débloqués	24	7%	87	26%
4	Inondations	20	6%	107	32%
5	Coup de circuit caténaire de la voie électrifiée	20	6%	127	38%
6	Collision avec un train porte-matière dangereuse	20	6%	147	44%
7	Vandalisme	20	6%	167	50%
8	Manque documents : packing list	16	5%	183	55%
9	Grève	15	4%	198	59%
10	Déraillement train	12	4%	210	63%
11	Wifi inaccessible au BUFFER	12	4%	222	66%
12	Manque d'agent de conduite des véhicules	12	4%	234	70%
13	Accident train: troupe d'animaux	9	3%	243	73%
14	Accident train: Avec un autre train/Véhicule	9	3%	252	75%
15	Retard d'arrivée train	8	2%	260	78%
16	Système informatisé inaccessible	8	2%	268	80%
17	Problème technique de la machine	8	2%	276	82%
18	Retard mise à disposition de la rame	8	2%	284	85%
19	Retard agents de douane	8	2%	292	87%
20	Manque documents : Bon de commande	6	2%	298	89%
21	Problèmes techniques de l'ONCF	6	2%	304	91%
22	Port consigné : Circonstances climatiques	5	1%	309	92%
23	Port consigné : Incident de sécurité/sureté	5	1%	314	94%
24	Problème de fonctionnement du scanner	4	1%	318	95%
25	Retard main levée	4	1%	322	96%
26	Problème de fonctionnement du scanner	4	1%	326	97%
27	Un véhicule bloque le déchargement train	4	1%	330	99%
28	Impossibilité de déchargement train	3	1%	333	99%
29	Perte de la clé du dernier véhicule plombé	2	1%	335	100%
30	Le système informatisé de l'entreprise ne fonctionne pas	---	----	----	----

On distingue trois zones :

Zone A : c'est la zone critique expliquant 70% des arrêts. Il faudra alors concentrer les efforts et engager les actions palliatives appropriées.

Zone B : la zone moins critique expliquant 21% des arrêts, il faut chercher des actions pour éliminer les 21% des effets.

Zone C : expliquant 9% des arrêts. A ne pas négliger.

V- Recommandations et propositions d'actions

Les solutions techniques peuvent être proposées portant sur les Défaillances recensées. elles peuvent être représentés sous trois aspects. (les solutions des défaillances causant un arrêt du flux de courte durée, de moyenne durée ou de longue durée).

Tableau 6 : Plan d'actions et recommandations

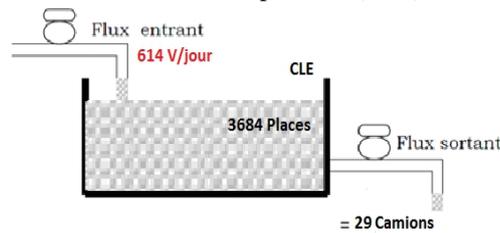
Mode de défaillance	Durée du blocage flux	Actions	Responsable
Arrêt du train	Courte durée	Remplacer la locomotive de la gare la plus proche. Rattraper les sillons ratés le dimanche.	ONCF
Problème de fonctionnement du système informatisé	Courte durée	Ramasser les étiquettes et réaliser le scan dans un fichier Excel. Avant chaque chargement, on recommande de préparer une liste Excel des véhicules à charger sur le train, ce qui constituera un élément de comparaison avec les véhicules qui sont encore sur la zone de chargement. Soit ,demander aux pilotes de flux Renault une extraction de la liste des châssis chargés sur le train, ou ramasser les étiquettes des véhicules neufs chargés et les scanner à nouveau.	GSTM
Sélection parmi les véhicules bloqués ou débloqués.	Courte durée	Améliorer la qualité des véhicules neufs (VN) à la source. Pour minimiser le temps perdu de l'enlèvement des véhicules on propose : le traçage de la zone et des recommandations au prestataire et la réorganisation du stockage à la zone de chargement permettant une flexibilité de l'enlèvement.	GSTM
Inondations	Un arrêt de durée moyenne, nécessitant une solution palliative pour transporter les VN	Transporter les véhicules neufs par camions.	Renault
Coup de circuit caténaire de la voie électrifiée	Un arrêt de longue durée (plus d'un mois), nécessitant une solution palliative pour transporter les VN	Equiper les wagons d'extincteurs. Transporter les véhicules neufs par camions	Renault
Collision avec un train transportant des matières dangereuses.	Un arrêt de longue durée	Transporter les véhicules neufs par camions	Renault
Vandalisme	Un arrêt de longue durée	Transporter les véhicules neufs par camions	Renault
Manque de documents : notamment la liste de colisage	Courte durée	-Copier les Numéros des châssis chargés du lot dans un fichier Excel et le remettre signé et cacheté au transitaire (Sorte de liste de colisage provisoire pour le départ train).	GSTM
Grève: GSTM	Moyenne durée : le problème peut être résolu par des modes dégradés.	-Si grève de la société de transport du personnel : opter pour des navettes internes. -Si Grève des employés de GSTM : opter pour l'intérim. -L'ONCF assure la continuité des envois même avec grève des employés. -Transport des véhicules par camions à défaut d'indisponibilité de l'ONCF.	GSTM
Déraillement du train	Courte durée	-Mobiliser le train à 8 wagons et celui de rechange maintenance (au total 9 wagons), en attendant la réparation des wagons endommagés. -Si les dégâts sont énormes, se servir des camions, dans l'attente des wagons.	GSTM
Wifi inaccessible dans la zone de chargement train	Courte durée	Développement du logiciel Scan & Save.	STVA
Manque d'agents pour conduire les véhicules	Courte durée	Renégocier avec le prestataire les méthodes de travail.	GSTM

En plus des solutions préconisées, nous proposons le développement d'une solution alternative au réseau ferré. A savoir, le transport des véhicules produits par l'usine Renault par des camions⁴⁴ depuis l'usine Melloussa jusqu'au port maritime. Cette solution aura pour effet positif de pallier aux arrêts critiques du flux (les arrêts de longue durée).

Cette solution étudiée dans le but d'éviter la situation d'arrêt de la chaîne de production, engendrée par la saturation du centre livreur expéditeur, peut être présentée sous trois cas de figure.

A noter que les chiffres énoncés pour l'estimation des coûts restent des estimations approximatives. Il faudra pour affiner l'analyse se doter des chiffres réels (à se procurer sur le site Renault).

Figure 5 : La situation au centre livreur expéditeur (CLE) entre le flux amont et aval



En fonction des données de l'analyse et des contraintes de la solution transport des voitures par véhicule routier spécial (voir notes de bas de page), trois solutions nous paraissent possibles. Ces différentes solutions ont des implications en terme de coût.

⁴⁴ Données d'analyse de la solution de transport des voitures par véhicule routier spécialisé :

Avec la montée en cadence la production (653 V/jour), dont 614 V doivent être expédiés par train vers le port.

- La capacité de stockage au CLE est de 5600 V ; et considérant que le CLE est rempli à 30% de sa capacité le jour de l'arrêt ; on aura : 3684 places vides.

- Le cycle de fonctionnement des camions sur la boucle :

✓ Horaire de 8h à 20h du lundi au samedi avec possibilité de sortie Melloussa après 18h (horaire de sortie Melloussa à valider).

✓ En considérant les délais de passage du scanner actuel au Port (1 heure en moyenne sur l'horaire de journée) et les formalités de Melloussa (40 min constatée), le temps de cycle d'une rotation sera de entre 3h30 et 4h, soit 3 rotations par jours. Les perfectionnements des cycles permettent d'augmenter le nombre de rotation à 4 rotations.

Le camion transporte 7 véhicules ; avec 3 rotation on aura besoin de : $614/21 = 29$ camions.

- Contraintes de la solution - transport des voitures par véhicule routier spécialisé :

Selon le prestataire de transport routier actuel qui agit en tant que commissionnaire de transport, la flotte existante ne permet pas cette solution vu le volume à transporter et l'indisponibilité de camions en arrêt.

Le transporteur dispose de près d'environ 70 camions dans tout le Maroc, qui font desservir déjà d'autres lignes régulières. Et sachant que les camions dédiés au transport des véhicules Renault, sont aussi engagés dans le flux export /import entre la SOMACA et le port Tanger-Med.

Tout cela empêche le prestataire de garantir l'engagement pour un arrêt longue durée.

Par contre pour un arrêt d'une durée moins d'un mois, la proposition est la suivante : La flotte possible peut aller jusqu'à 15 camions en fonction de la situation du marché sans aucun engagement sur la date de mise à disposition, ni la durée, ni la volumétrie de camion à mettre à disposition.

Tableau 7 : Les solutions de transport des voitures par véhicules routiers spéciaux

	Sans engagement Renault	Avec engagement Renault
Solution courte durée	Flux (import /export) via camions entre casa et le port Tanger Med. Une flotte atteignant 20 camions - Capacité d'évacuation : 20 camions font 3 rotations/jour et transportant 7 véhicules : peuvent évacuer un nombre de 420 VN, ce qui représente 68 % de la production journalière.	Mise à disposition de 29 camions, avec garantie de la disponibilité de ces derniers en permanence à chaque fois que le besoin s'exprime. En contrepartie l'engagement de la part de Renault à payer un forfait mensuel d'immobilisation de ces camions; Renault s'engage à payer 70%. Le reste est supporter par le prestataire.
Solution moyenne durée	L'offre du transporteur routier actuel de mise à disposition d'une flotte possible jusqu'à 15 camions: - Capacité d'évacuation : 15 camions font 3 rotations/jour et transportant 7 véhicules : peuvent évacuer un nombre de 315 VN, ce qui représente 51 % de la production journalière	- Capacité d'évacuation : 29 camions font 3 rotations/jour et transportant 7 véhicules : peuvent évacuer 609 V/jour, ce qui représente la production journalière.
Solution longue durée	Aucune offre de camions pour une longue durée sans engagement, ce qui implique des perturbations de la chaîne de production.	

Le tableau ci-contre présente certains de ces avantages et inconvénients suite au choix probable opérer par l'entreprise.

Première synthèse des solutions

On remarque que si on veut se servir des camions et sans engagement pour :

- Courte durée : solution non fiable vu son impact sur les autres flux, et ne permet pas l'évacuation du stock.
- Moyenne durée : la flotte est insuffisante et n'est pas garantie, avec un cout élevé.
- Longue durée : le prestataire ne s'engage pas là-dessus.
- Dans ce cas, on risque des fortes perturbations de la chaîne de production. Or si l'entreprise Renault s'engage à payer le forfait d'immobilisation des nouveaux camions, on pourra garantir une autre solution sécurisé pour tous les cas de figures, dans la mesure où on aura un blocage du flux ferroviaire, voir même on pourra préconiser une solution bimodale (train – camions) (à étudier la faisabilité technique et économique sur le long terme tout au long du trajet et à destination (France)).

En appuyant cette solution, et en comparant le coût engendré par l'arrêt de production avec le cumul du coût payé dans 3 années d'engagement. Nous pouvons estimer ce qui suit :

Tableau 8 : Comparaison des solutions de transport des voitures par véhicule routier spécial

Solution	Avantages	Inconvénients
Sans engagement Renault : jusqu'à 15 camions	- Permet d'évacuer la moitié de la production journalière ce qui va retarder la saturation du CLE pour 12 jours, et par la suite éviter les perturbations de la chaîne de production, - Sans aucun engagement de la part de Renault.	- Date de mise à disposition non garantie, dépendant de la situation de marché dans la période de demande, - Flotte insuffisante : Nombre de camions n'est pas garantie, - Durée d'utilisation non garantie, - Coût élevé, - $3684v/315 = 12$ jours de production et on aura le CLE saturée.
Avec engagement Renault (29 Camions)	- Flotte garantie en cas d'appel de l'usine, - Les camions seront au service de l'usine tant que le train est en arrêt et même après le démarrage du train, - C'est une solution valable en permanence et pour tous les cas de défaillances cités causant des blocages de flux, - Solution de secours sécurisée, en évitant	Paiement d'un coût supplémentaire de l'immobilisation.

Solution	Avantages	Inconvénients
	l'arrêt de production. Ainsi les coûts engendrés, - Le coût de cette solution est inférieur au cout de la solution sans engagement et raisonnable tenant compte de l'arrêt de chaine de production.	
Camions qui assure la desserte flux (import /export) entre Casablanca et le port Tanger Med (jusqu'à 20 camions)	- Solution permettant d'évacuer 64% de la production journalière, - Permet de retarder la saturation du CLE pour quelques jours.	- Perturbation du flux SOMACA ⁴⁵ et du flux Import depuis Tanger Med. - Augmentation du niveau de stock import au TVR - Augmentation du niveau de stock à SOMACA - Retard des livraisons clients. - Solution valable que pour une durée courte (3jours), vu son impact sur les autres flux.

Deuxième synthèse des solutions

En analysant ces données, on constate que le cumul du forfait payé pendant les 3 années est inférieur au cout de deux jours engendrés par les perturbations de l'usine de production.

Σ forfaits des 3 années \leq coût engendré de 2 jours de perturbations.

Nous pouvons donc conclure que la solution optimale est l'engagement de Renault à payer le forfait mensuel pour les trois années et en contrepartie, avoir des camions à sa disposition à chaque fois qu'elle en exprime le besoin.

Sans oublier qu'avec la nouvelle ligne de production « TangerII », la capacité d'absorption du stock au Centre Livreur Expéditeur (CLE) va diminuer de 40%. Ceci dit, avec deux lignes de production qui débouche dans la même zone de stock, la saturation du CLE est plus accentuée, ce qui engendre un risque d'arrêt usine plus élevé avec des coûts de dommage beaucoup plus considérables.

A ce propos, cette solution devient de plus en plus légitime. Ainsi, vues les pertes qui vont être évitées, l'investissement sera rentable à terme.

Conclusion

Le présent article a des implications à la fois académiques et d'ordre managérial.

Du point de vue académique, il nous a permis de focaliser l'étude sur une problématique encore peu traitée par les chercheurs au Maroc, à savoir l'étude des risques du point de vue économique de la mise à disposition des marchandises par voie ferrée (le cas du secteur automobile).

Et du point de vue managérial, le présent article vise à donner des solutions, grâce à l'utilisation d'outils de gestion moderne, aux problèmes causant l'improductivité du processus de mise à disposition des véhicules automobile produits à Melloussa et à destination du port TM (Cas pratique).

De plus, l'étude empirique a permis de contribuer à la recherche de solutions palliatives afin de remédier aux différents dysfonctionnements relevés.

On peut conclure que la gestion du flux logistique aval, figure parmi les défis majeurs qu'une entreprise de production automobile doit relever. Ce défi se pose avec acuité à cause principalement de l'interaction de plusieurs acteurs, à la fois interne et externe.

Nous pouvons à l'issue de cette recherche reposer une question initialement citée lors de la rédaction du présent article. A savoir, si nous disposons (au Maroc) d'une véritable infrastructure ferroviaire capable d'accompagner le développement industriel ? qu'en est-il des prévisions de développement des voies ferrés pour le cas des projets en cours (référence au projet de Nador et au développement du Rail/route).

⁴⁵ La Société Marocaine de Construction Automobile. Casablanca. Maroc

Autant de question qui se posent et dont les réponses restent le gage principal de l'attractivité des investissements au Maroc.

Le secteur ferroviaire, certes, est un mode de transport écologique⁴⁶, mais dont les dégâts, en cas d'avènement de risque, sont désastreuses. Ceci dit, l'étude des risques du transport ferroviaire y compris son infrastructure et la recherche de solutions alternatives pour éviter une dépendance modale constitue un des aspects fondamentaux qu'une entreprise exportatrice devra étudier en vue de tirer profit des palettes de solutions à sa disposition. L'objectif principal étant, l'optimisation du flux visant des processus de plus en plus performants.

References:

- DE SOLERE. R (2007). Comment évaluer la capacité des réseaux de fret ? Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer, (Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements). France
- DEBRIE Jean (2005). Chargé de recherche. Institut National de Recherche sur les Transports et leur sécurité. Unité de recherche, système productif, organisation logistique et transports. Annale de Géographie N° 642. Du réseau au tapis roulant. Éléments de réflexion sur l'évolution axiale du fret ferroviaire en Europe.
- DURET Daniel et PILLET Maurice (2005), « Qualité en production, de l'ISO 9000 à SIX SIGMA ».Edition d'Organisation,(3^{ème} édition).
- FRECHET Caroline (2005), « Mettre en œuvre le SIX sigma », Edition d'Organisation.
- KEREBEL Pascal (2009), « Management des risques », Editions Organisations.
- LANDY Gérard (2007), « AMDEC Guide pratique », AFNOR, (2^{ème} édition).
- LASAGNE Marc (2004), « Management des risques, stratégie d'entreprise et réglementation : le cas de l'industrie maritime », 7 décembre 2004, p : 21. Thèse de doctorat de l'Ecole Nationale d'Arts et Métiers, centre de Paris, spécialité : Sciences de Gestion.
- MAZOUNI Mohamed-Habib (2008). Pour une Meilleure Approche du Management des Risques. l'Institut National Polytechnique de Lorraine. Université de Nancy. France
- MAZOUNI Mohamed Habib, HADJ-MABROUK Habib (2005). Analyse des risques d'accident dans les transports ferroviaires. 40e congrès annuel de l'AQTR (l'Association Québécoise des Transports et des Routes).
- PIMOR Yves et Fender Michel (2008), « Logistique », DUNOD, (5^{ème} édition).
- QUATRE Michel, « Transport et risques » article Encyclopédie UNIVERSALIS 2012.
- La Commission d'experts pour le transport de marchandises dangereuses, Fil conducteur, la 42^{ème} session (Madrid, 21-25 novembre 2005).

Site internet

- Lettre du Centre Interuniversitaire de recherche en analyse des organisations. Mai 2005. Canada (<http://www.cirano.qc.ca/>).
- <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=14587>, (consulté le 10.12.2012)
- Site d'information sur l'actualité des sciences et des techniques. Directeur de la Publication: Adrien BERNARD
- www.oise.equipement-agriculture.gouv.fr/cahier-no85-le-risque-tran,(consulté le 07.01.2013)
- Site officiel de la Direction Départementale de L'Oise – France
- <http://erwan.neau.free.fr/Toolbox/AMDEC.htm>, (consulté le 01.02.2013)
- Site web sur l'innovation et l'information stratégique. Directeur Erwan NEAU
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Gestion_du_risque, (consulté le 10.12.2012)
- Site web de l'encyclopédie d'information Wikipedia

⁴⁶ www.accenture.com/fr (consulté le 05.12.2012). Rail 2020.

<http://www.iso.org/iso/fr/home/standards/iso31000.htm>, (consulté le 10.01.2013)

Site web officiel de l'organisation internationale de normalisation

www.accenture.com/fr, (consulté le 05.12.2012)

Rail 2020. Accenture Research est un centre d'expertise mondiale dédié aux études économiques, industrielles et stratégiques.

(<http://www.diplomatie.ma/Economie/lesStrategiessectorielles/tabid/175/vw/1/ItemID/321/language/en-US/Default.aspx>), (consulté le 10.01.2012)

Site officiel du ministère des affaires étrangères du Maroc.