

Intervention ergonomique dans la réorganisation du flux des pièces réparables du matériel

Maxime Urvoy

▶ **To cite this version:**

Maxime Urvoy. Intervention ergonomique dans la réorganisation du flux des pièces réparables du matériel. Sciences du Vivant [q-bio]. 2019. dumas-02310915

HAL Id: dumas-02310915

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02310915

Submitted on 10 Oct 2019

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Université Rennes 2 Haute Bretagne

UFR APS

Année universitaire 2018 / 2019

Master 2 STAPS Ingénierie et Ergonomie de l'Activité Physique

Intervention ergonomique dans la réorganisation du flux des pièces réparables du Matériel

Mai 2019



Mémoire présenté par :

MAXIME URVOY

Tuteur universitaire : Sophie Vincent (MCU – Université Rennes 2)

Tuteur professionnel : Eric Jacquet (Ingénieur Méthodes Process – SNCF)

Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier Eric Jacquet (Ingénieur Méthodes Process et tuteur de stage), Pascal Gradel (Ingénieur Méthodes Process), Gaelle Kerdanet (DUO Performance) et Antoine Delcambre (ADUO Production, anciennement Ingénieur Méthodes Process et tuteur de stage durant l'année 2018) qui m'ont accompagné durant ces deux années d'alternance. Ils m'accordent leur confiance et m'apportent une aide et des connaissances précieuses pour réaliser les différentes missions qui me sont attribuées au cours de ce stage.

J'adresse mes remerciements à Sophie Vincent (tuteur universitaire) et Franck Multon, responsables du Master STAPS IEAP pour leurs conseils et leurs apports fondamentaux sur l'ergonomie ainsi que l'ensemble des enseignants et intervenants du Master IEAP et de la Licence ESPM de l'UFR APS, qui depuis quatre années, nous apportent des connaissances pratiques et théoriques qui m'ont fait acquérir certaines compétences dans le domaine de l'ergonomie.

Je remercie les salariés du Technicentre SNCF de Rennes pour leur contribution dans la réalisation de mes analyses de situations de travail et mes missions.

Je remercie les membres de l'UO Performance, notamment Kévin et Fabien (Méthodes Industrialisation) pour m'avoir aidé à prendre mes marques dans l'entreprise et n'ont pas hésité à répondre à mes interrogations.

Un grand merci aux personnes ayant participé à la réalisation de mon mémoire : Noa, mes proches, mes amis du Master IEAP, qui m'ont aidé à faire certains choix notamment dans la réalisation de mon mémoire.

Table des signes et abréviation

ANACT : Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail

ATMM : Agent technique de maîtrise du Matériel

BPM : Battements par minute

BR : Base roulante

CARSAT : Caisse d'assurance retraite et de santé au travail

CC : Coefficient de correction

CHSCT : Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail

CNAMTS : Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés

COSEC : Correspondant sécurité

CT00 : PRM réparée par le TI puis à disposition des utilisateurs

CT10 : PRM usagée à réparer par le TI

DARES : Direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques

DET : Directeur d'établissement

DPx : Dirigeant de proximité

DRH : Directeur des ressources humaines

DUO : Dirigeant d'unité opérationnelle

EPIC : Etablissement public à caractère industriel et commercial

ESPM : Ergonomie du sport et performance motrice

FC : Fréquence cardiaque

IEAP : Ingénierie et ergonomie de l'activité physique

INRS : Institut national de recherche et de sécurité

JAT : Juste-à-temps (issu de *Just-in-time*)

LI : Logistique interne

MIFA : Material and information flow analysis

MP : Maladie professionnelle

OF : Ordre de fabrication

PRM : Pièces réparables du matériel

PRAP : Prévention des risques liés à l'activité physique

QSE : Qualité sécurité environnement

QVT : Qualité de vie au travail

RH : Ressources humaines

RPS : Risques psychosociaux

SC : Supply chain

SNCF : Société nationale des chemins de fer français

STAPS : Sciences et techniques des activités physiques et sportives

TI : Technicentre industriel

TM : Technicentre de maintenance

TMS : Troubles musculosquelettiques

TMS-MS : Troubles musculosquelettiques des membres supérieurs

TPS : Toyota production system

UFR APS : Unité de formation et de recherche des activités physiques et sportives

UO : Unité opérationnelle

VA : Valeur ajoutée

VSM : Value stream mapping

Liste des tableaux et figures

Tableau 1 : Valeurs seuils de référence des forces en fonction de la fréquence des actions de pousser/tirer selon les zones de risques définies dans la figure 28 36
Tableau 2 : Valeurs moyennes et écarts-types des masses des BR en fonction du trajet et de la période dans le mois 40
Tableau 3 : Valeurs de forces exercées pour décoller les BR en fonction de différentes situations 42
Tableau 4 : Efforts produits par l'agent pour sortir la BR du train 44

Figure 1 : Composition du groupe SNCF 3
Figure 2 : Cartographie des technicentres 4
Figure 3 : Composition des UO du TI de Rennes 5
Figure 4 : Les autres pôles et services du TI de Rennes 5
Figure 5 : Organigramme de l'UO Performance 6
Figure 6 : La performance globale telle que la conçoit Reynaud (2003) (tiré de Renaud & Berland, 2007) 8
Figure 7 : Adaptation de la maison définie dans le TPS pour décrire le Lean appliqué dans le Groupe PSA (tiré de Morais et Aubineau, 2012) 9
Figure 8 : Flux poussé VS flux tiré (issu de Hohmann, 2012) 10
Figure 9 : Graphique expliquant le fonctionnement du système point de commande (issu de Qualiblog.fr) 12
Figure 10 : Exemple type d'une VSM (issu de Tallyfy.com) 14
Figure 11 : Liste des principaux icones à utiliser dans une cartographie des flux (issu de docplayer.fr) 15
Figure 12 : Evolution de la reconnaissance des maladies professionnelles 57 (d'après la CNAMTS) (issu de inrs.fr, 2015) 16
Figure 13 : Evolution des reconnaissances des TMS de 2010 à 2016 17
Figure 14 : Les principales pathologies périarticulaires catégorisant TMS selon le rapport SALTSA (tiré de Mayer et *coll.*, 2012) 18
Figure 15 : Les facteurs de risque des TMS selon la CNAMTS (2011) (issu de ameli.fr, 2019) 18
Figure 16 : Schéma des déterminant de l'activité de travail selon Guérin et *coll*. (1997) 19
Figure 17 : Dispositif de simulation au centre de la démarche de conduite de projet en ergonomie d'après Van Belleghem & Barcellini (2011) (tiré de Van Belleghem, 2012) 22
Figure 18 : Matrice comparant différentes approches en exposant leur efficience santé et leur efficience productive d'après Hohmann (2012) 23
Figure 19 : Photographie du chargement d'une BR sur le train 26
Figure 20 : Photo des BR (à gauche deux BR « simples », à droite : BR « double ») 26
Figure 21 : Photographie du « petit train » 26
Figure 22 : Photographie des plans au départ de train logistique 29
Figure 23 : Exemple de la rotation du poste entre les agents du « petit train » 31
Figure 24 : Horaires de travail « normales » (sauf vendredi) 31

Figure 25 : Horaires de travail en « décalé matin » 32
Figure 26 : Plan des trajets et des gares de livraison 32
Figure 27 : VSM aménagée détaillant le flux physique des couvercles et manchons pour la réparation d'un bloc de freinage (CK7) 33
Figure 28 : Zones de risques définies en fonction des différentes valeurs seuils de référence 36
Figure 29 : Photographie de la prise de mesure de la force exercée sur une BR 37
Figure 30 : Histogramme comparant le pourcentage des BR en fonction des classes de « poids » 41
Figure 31 :« Boîte à moustaches » exposant la répartition du poids des BR en fonction du trajet et du moment de mois 41
Figure 32 : Zones de risques définies en fonction des valeurs seuils de références (issues de la norme NF X35-109) 42
Figure 33 : Graphique comparatif des efforts de décollement des BR en fonction de leur masse et de la situation de référence (poussée sur terrain plat et poussée au bord du train) 43
Figure 34 : Photographies du réaménagement de la gare de départ salle d'essai (Avant : photo de gauche / Après : photos de droite) 46
Figure 35 : A3 expliquant la transformation de la gare et le nouveau fonctionnement de l'encours 46
Figure 36 : Support A3 des exercices préparatoires pour des activités de manutentions logistiques 47
Figure 37 : Système de *kanban* mis en place dans le secteur P1N pour la gestion du stock de manchons et couvercles 48
Figure 38 : VSM montrant le flux physique des couvercles et manchons pour la réparation d'un bloc de freinage (CK7) après la mise en place d'un système kanban 48
Figure 39 : Interface de l'outil MANUT par l'agent du train logistique indiquant la liste des BR en transit et en stationnement dans les gares 50

Équation 1 : Calcul du point de commande 13
Équation 2 : Valeur seuil de référence corrigée 36

Table des matières paginée

Introduction et contexte 1

Présentation de l'entreprise 3

1. La SNCF 3
2. SNCF Mobilités 3
3. Le Technicentre Industriel de Rennes 4
4. L'UO Performance 6
5. L'ergonomie à la SNCF 6

Etat de l'art 8

1. Changer sa façon de penser pour produire mieux : mise en place du système Lean 9
   - A. Contexte et principes du Lean 9
   - B. Changer de mode de fabrication en optant pour un flux tendu ou un flux tiré 10
2. Améliorer sa Supply Chain, un élément fondamental pour viser une performance industrielle 11
   - A. Définition et bénéfices d'une Supply Chain de qualité 11
   - B. La gestion des stocks pour réduire les coûts et les délais 12
   - C. La Value Stream Mapping (VSM), l'outil de base pour d'analyse de d'optimisation des flux 13
3. L'amélioration des conditions de travail par la prévention des travailleurs face aux risques TMS 16
   - A. Définition des TMS 16
   - B. Rappels épidémiologiques concernant les TMS 16
   - C. Les facteurs de risques de TMS 18
   - D. L'analyse de l'activité, méthode clé de l'ergonome pour prévenir et agir face à l'apparition des TMS 19
4. Comment l'ergonomie et le système Lean peuvent collaborer ? 20
   - A. Intégrer l'ergonomie avant la conception d'une nouvelle organisation de travail 20
   - B. Vers une démarche participative de la réorganisation de l'activité 21

Problématique et objectifs 24

Matériels et Méthodes 25

1. La demande et la description de l'activité de travail 25
   - A. La demande 25
   - B. Description de l'activité du « petit train » 25

C. L'analyse de la demande 27
D. Reformulation de la demande 28
2. Observations ouvertes, entretiens exploratoires et immersion pour l'analyse de l'activité dans sa situation de travail 28
A. L'immersion de l'apprenti ergonome dans l'activité de travail 28
B. Analyse de l'activité de travail 29
C. Analyse de la situation de travail 30
3. Pré-diagnostic 33
4. Etude approfondie de la situation de travail pour le diagnostic 34
A. L'analyse statistique de la masse des BR 34
B. Application de la norme NF X 35-109 35
C. Mesures des forces exercées pour mettre les BR en mouvement 37
D. Etude ergonomique de l'activité du « petit train » (2016) 37
Résultats et Discussion 39
1. Résultats et critique de l'analyse 39
A. L'immersion dans l'activité de travail 39
B. Résultats de la VSM 40
C. Résultat de l'analyse statistique 40
D. Application de la norme NF X 35-109 42
E. Résultat des mesures de forces 42
2. Critique de l'étude ergonomique de l'activité du « petit train » (2016) 44
3. Le diagnostic 44
4. Propositions de transformation de l'activité 45
A. Réaménagement de certaines gares 45
B. Faciliter l'accrochage des BR sur le train 46
C. Participer aux exercices préparatoires au poste de travail 47
D. Mise en place d'un *kanban* pour optimiser le flux de PRM 48
E. Revoir l'organisation de l'activité (rotation de poste) : « Ergorotation » 49
F. Cadencer et standardiser l'activité du train logistique pour optimiser la performance 50
Conclusion & Perspectives 51
Bibliographie / Sitographie 52

Introduction et contexte

Qu'est-ce qui motive l'Homme ? Cette question fait l'objet de nombreuses recherches. Selon Maslow (1943), il semblerait que « la motivation de tout individu serait suscitée par la volonté de satisfaire des besoins » (Roussel, 2000). Le travail est un élément fondamental de notre société qui permet à l'Homme d'entretenir son existence, de se socialiser, de s'occuper et de jouir de loisirs, et ce grâce à la rémunération qu'il perçoit de manière régulière, de l'environnement social qu'il l'entoure, d'un sentiment de tâche accomplie qui donne un sens à sa vie. Nous y consacrons une bonne partie de notre vie mais il n'est pas source de plaisir pour tous. En effet, il peut impacter l'état physique et psychologique des travailleurs. Cet impact peut être lié, par exemple, à l'apparition du stress, d'un mal-être, de préoccupations (charge mentale) mais également d'un certain ennui, d'un manque d'autonomie, de développement de compétences engendrant parfois des pathologies telles que des troubles musculosquelettiques (TMS) ou des risques psycho-sociaux (RPS).

Alors que le monde industriel est en train de passer à une nouvelle ère appelée Industrie 4.0 ou Industrie du futur, la concurrence règne de plus en plus. Les entreprises doivent être davantage compétitives et performantes afin de satisfaire et fidéliser le client. Pour cela, les entreprises tentent de répondre aux critères de satisfaction du client, à savoir : la fonctionnalité du produit répondant fidèlement au besoin, la qualité de ce produit, le délai, le coût, etc. Cependant, optimiser la performance pour le client amène parfois les entreprises à en oublier son personnel, si bien sur le plan physique que psycho-social. En ce sens, une réorganisation du travail semble nécessaire pour résoudre la dialectique performance / santé, afin de ne pas impacter négativement la santé et la motivation des salariés. Aussi, bien que cette préoccupation soit centrale pour les travailleurs, elle l'est également au profit des entreprises afin d'éviter une baisse de la qualité de vie au travail (QVT) entrainant absentéisme, stress, burn-out, TMS, etc.

En ce qui concerne le contexte socio-économique du technicentre industriel (TI) de Rennes, l'année 2018 a été fructueuse. L'entreprise a remporté des contrats importants avec des clients internes et des clients externes, notamment dans la réparation de nouvelles pièces de

frein et dans la conception de bancs d'essais. À l'échelle nationale comme locale, 2018 a été une période difficile sur le plan social à partir de l'annonce du Gouvernement concernant le projet de réforme ferroviaire (ouverture à la concurrence, suppression du « statut de cheminot » pour les nouveaux embauchés, etc.) ainsi que de la sortie du rapport Spinetta sur « L'avenir du Transport ferroviaire » en février 2018. Ces annonces ont eu un impact sur les travailleurs (perte de motivation, peur de perdre le statut de fonctionnaire, inquiétude quant à un possible gel de salaire dû à l'ouverture de la concurrence, etc.) qui a engendré une succession de préavis de grève de plus de deux mois entre avril et juin.

L'année 2019 semble être lancée de la même façon sur le plan économique. Une augmentation du nombre de réparations de certaines pièces est planifiée pour quelques années, ce qui oblige le service des Méthodes à revoir les implantations de certains secteurs de production. Un travail sur les flux est en cours par un groupe de travail afin d'optimiser les temps de traversées des pièces, de réparer ces dernières le plus rapidement et donc de livrer le client dans de meilleurs délais tout en diminuant les stocks. Cette nouvelle charge de travail impacte l'organisation au sein de l'établissement, d'autant plus s'il n'y a pas une volonté de recrutement de personnel.

L'objectif du mémoire sera de montrer, dans le secteur industriel, qu'il est toujours possible de s'améliorer, d'être de plus en plus performant. Toutefois, la quête d'un meilleur rendement se fait souvent au détriment de l'humain. Il s'agira alors d'optimiser la dialectique performance (requise par la direction) / santé du personnel.

Dans la continuité de ce raisonnement, nous commencerons par une brève présentation du groupe SNCF et plus particulièrement du TI de Rennes. Nous exposerons ensuite notre travail de recherche sous la forme d'un état de l'art. Ce dernier s'oriente sur les notions d'optimisation de la performance, des flux, d'amélioration des conditions de travail et la prévention des TMS. Suite à cet état de l'art en corrélation avec notre sujet de mémoire, nous formulerons une problématique avec ses objectifs. En ce sens, nous dévoilerons notre travail de terrain dans une partie Matériels et Méthodes dans laquelle est décrite la démarche d'intervention ergonomique. De plus, nous montrerons les résultats de l'intervention et les discuterons. Enfin, nous conclurons ce mémoire de stage par un bilan général de l'intervention ergonomique et en montrant les prolongements possibles du mémoire.

Présentation de l'entreprise

1. La SNCF

Créée en 1938, la Société nationale des chemins de fer français (SNCF) est l'entreprise ferroviaire française publique mondialement connue pour le transport de voyageurs et de marchandises. Elle entretient et exploite le réseau ferré de France qui lui appartient depuis 2015. Le Groupe SNCF est présidé par Frédéric Saint Geours, Guillaume Pepy et Patrick Jeantet, et est composé de trois établissements publics à caractère industriel et commercial (EPIC) :

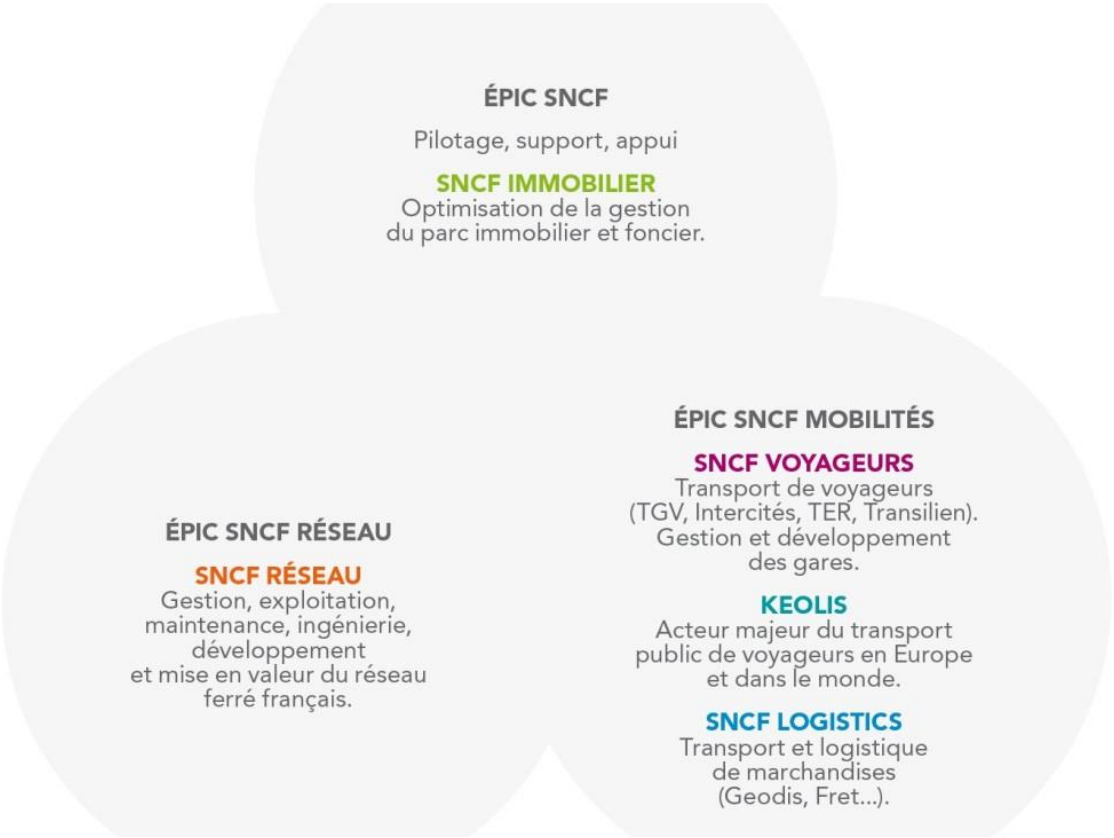


Figure 1 : Composition du groupe SNCF

2. SNCF Mobilités

L'EPIC SNCF Mobilités, dirigé par Guillaume Pepy, assure des missions de service de transport public de personnes et de transport de marchandises, selon deux logiques : le développement durable et l'efficacité économique et sociale.

Avec une ambition, être la référence du transport multimodal en France et à l'International, en s'appuyant sur ses fondamentaux :

- Sécurité
- Innovation
- Service public
- Performance industrielle
- Service au client
- Economie

Les technicentres font partie de cet EPIC SNCF Mobilités. Il en existe deux sortes : les technicentres industriels (TI) et les technicentres de maintenance (TM). Les activités pour chaque technicentre y sont diverses et variées et permettent une économie considérable car la maintenance reste moins chère que le remplacement des pièces.



Figure 2 : Cartographie des technicentres

3. Le Technicentre Industriel de Rennes

Parmi les dix TI, celui de Rennes se situe dans la zone industrielle de Saint-Jacques-de-la-Lande au sud-ouest de Rennes depuis 2015. Composé d'une surface de 20 000 m², ce TI remplace l'ancien site de la rue Pierre Martin, constitué de 29 bâtiments, s'étendant sur plus d'un kilomètre le long de la gare de Rennes. Il est spécialisé dans la maintenance et l'usinage de systèmes de freinage des trains.

Le TI de Rennes emploie aujourd'hui 400 collaborateurs et est certifié des normes ISO 9001 (qualité), ISO 14001 (environnement) et OHSAS 18001 (santé sécurité au travail).

Les différentes activités exercées au TI de Rennes :

- La révision de la totalité des organes de freins pneumatiques du parc français, c'est le Centre d'Excellence Frein
- La révision et la réparation de pièces réparables du Matériel (PRM)

- La vérification en métrologie dimensionnelle (conformité, caractéristiques dimensionnelles et géométriques des produits) et métrologie des pressions
- L'ingénierie pour l'ensemble des PRM : frein pneumatique, frein hydraulique et élastomères

En 2015, le TI de Rennes c'était : 2 500 pièces traitées par semaine, 2 800 références de PRM, 450 règles de maintenance, 700 postes d'essai de frein, pour un chiffre d'affaire de 60 millions d'euros. Dirigé par une Directrice d'établissement (DET), il est composé de trois Unités opérationnelles (UO) ainsi que de différents pôles et services :

A la tête de chaque UO, un Dirigeant d'unité opérationnelle (DUO) gère les différentes problématiques existantes dans chaque équipe. Ces équipes sont elles-mêmes dirigées par des Dirigeant de proximité (DPx) ou Agent technique de maîtrise du Matériel (ATMM) pour l'UO Logistique industrielle (LI).

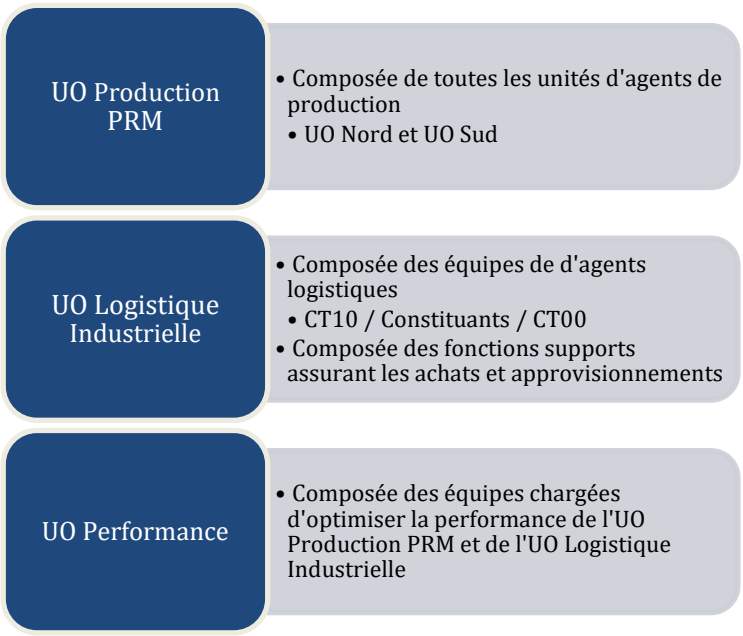


Figure 3 : Composition des UO du TI de Rennes



Figure 4 : Les autres pôles et services du TI de Rennes

4. L'UO Performance

L'UO Performance est dirigée par une DUO. Cette UO est composée d'unités s'assurant de la performance des unités de production de PRM en interne mais également pour d'autres établissements SNCF ou des clients externes.

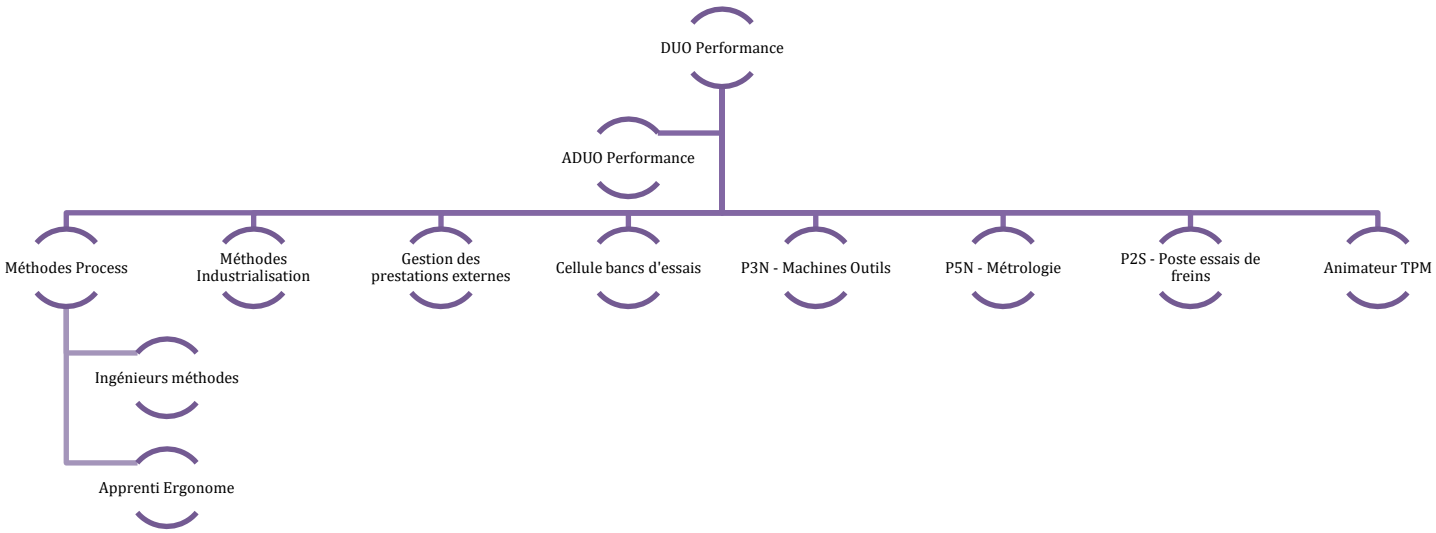


Figure 5 : Organigramme de l'UO Performance

En tant qu'apprenti ergonome, ma place au TI de Rennes se situe au sein des Méthodes Process. Les membres de ce service tentent de trouver des solutions visant à améliorer le couple santé/performance, notamment en transformant certains processus de fabrication (conception d'outillage, standardisation, révision du flux, etc.).

5. L'ergonomie à la SNCF

A l'échelle nationale, de nombreux ergonomes sont présents à la SNCF. Basé à La-Plaine-Saint-Denis, il existe un pôle Ergonomie à la Direction du Matériel dirigé par Yonnel Giovanelli, comprenant une équipe d'ergonomes qui intervient dans les différents TI et TM afin d'y réaliser des études ergonomiques et formations Prévention des risques liés à l'activité physique (PRAP). Certains technicentres possèdent leur propre ergonome pouvant faire partie d'un service Méthodes, Qualité Sécurité Environnement (QSE) ou Ressources humaines (RH) en fonction de la formation de celui-ci.

N'ayant pas d'ergonome sur site, ma place au sein du TI de Rennes est un relais entre le TI de Rennes et la Direction du Matériel mais également monter en compétence le personnel du TI

sur des notions d'ergonomie. Le pôle QSE et plus particulièrement le conseiller en sécurité (COSEC) ainsi que l'UO Performance peuvent être amenés à travailler en collaboration le Pôle Ergonomie pour la réalisation des formations PRAP ainsi que pour toutes situations nécessitant l'avis expert d'un ergonome.

L'ergonomie est très présente au TI de Rennes car, lors de sa conception, l'établissement s'est vu doté d'un grand nombre de poutres roulantes équipées de palans pour éviter la manutention manuelle des PRM par les agents. Les agents et fonctions supports n'ont cependant pas tous des notions dans cette discipline. Ma présence au TI de Rennes a permis d'intégrer au mieux l'ergonomie dans certains projets et ce, dès la conception mais également dans certaines problématiques pouvant altérer la santé des agents.

En outre, les agents sont à la recherche permanente de l'amélioration des leurs conditions de travail et cherchent parfois à trouver des solutions optimisant la performance. Pour cela, la mise à disposition en 2013 d'une boîte à idée appelée « Léonard » sur l'Intranet SNCF recueille leurs propositions de changement, d'amélioration afin de les faire prendre part à l'innovation participative. Une analyse des propositions est faite par le Pôle Amélioration continue. Si cette dernière est novatrice et amène un bénéfice dans un domaine touchant à la sécurité, la performance, au coût, etc., elle est gratifiée à hauteur du résultat qu'elle apporte. Plus de 1700 idées ont été publiées depuis l'ouverture de cette boîte.

Etat de l'art

La notion de performance peut être définie comme un niveau d'accomplissement des objectifs atteints par rapport à ceux fixés initialement. Dans la recherche permanente de l'optimisation de la performance, les entreprises doivent alors être efficace et efficiente afin d'être compétitive, notamment en s'inscrivant dans le projet d'Usine du futur. En ce sens, la performance globale est un concept selon lequel une entreprise réunirait différents types de performances (environnementale, économique, sociale, etc.) pour atteindre un but final.

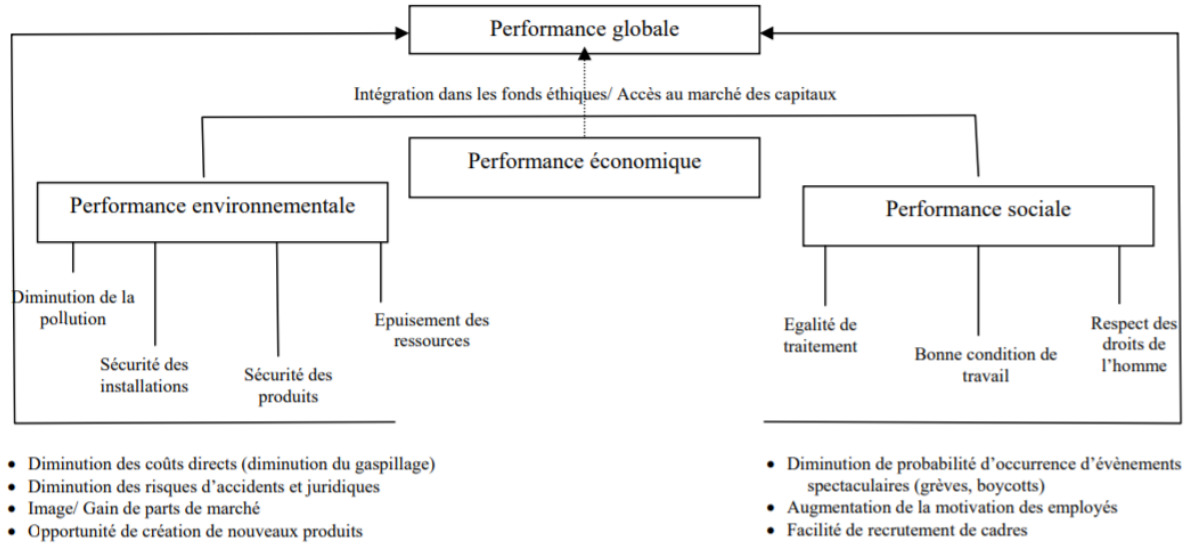


Figure 6 : La performance globale telle que la conçoit Reynaud (2003) (tiré de Renaud & Berland, 2007)

L'ergonomie est « la discipline scientifique qui vise la compréhension fondamentale des interactions entre les humains et les autres composantes d'un système, et l'application de méthodes, de théories et de données pour améliorer le bien-être des personnes et la performance globale des systèmes » (International Ergonomics Association, 2000).

Dans ce travail de recherche, nous chercherons à comprendre comment les entreprises s'y prennent pour être plus performantes. L'ergonomie a-t-elle un intérêt à intervenir dans chacune des composantes de cette quête de la performance ?

1. Changer sa façon de penser pour produire mieux : mise en place du système Lean

A. Contexte et principes du Lean

Depuis la Seconde Révolution Industrielle, les méthodes d'organisation du travail ont bien évolué. Les entreprises du secteur industriel ont remplacé la « production de masse » (Ford, 1926) par une production à dite « Juste-à-Temps » (JAT) s'inspirant du Toyota Production System (TPS) imaginé par la multinationale à la fin des années 40. Le terme « Lean » a été donné par Krafcif (1988) pour décrire le TPS comme une méthode de gestion sans gaspillage. Le Lean a été appliqué initialement chez des entreprises du secteur de l'industrie automobile. C'est à la fin des années 80 qu'il a été introduit en France chez Renault et Citroën (Womack et Jones, 2003) puis quelques années plus tard chez l'entreprise Valéo, qui est devenue l'une des références de la mise en place du Lean en France (Lyonnet, 2010).

Le TPS a été créé selon plusieurs principes. Il a été schématisé sous la forme d'une maison avec des bases et des piliers, afin de viser un objectif qui est d'augmenter la performance. Le Lean peut être définie comme une méthode de management qui recherche l'amélioration de la performance en éliminant les gaspillages (*muda* en japonais).



Figure 7 : Adaptation de la maison définie dans le TPS pour décrire le Lean appliqué dans le Groupe PSA (tiré de Morais et Aubineau, 2012)

Il existe différentes manières de décrire le Lean. D'après Womack et Jones (2003), il est pensé selon cinq principes : la valeur, la chaîne de valeur, le flux, le flux tiré et la perfection tandis que James-Moore et Gibbon (1997) le décrivent selon cinq autres principes qui sont : la flexibilité, l'élimination des gaspillages, l'optimisation, l'utilisation des hommes, le processus de contrôle (Lyonnet, 2010). Il semblerait alors que d'un auteur à un autre, les principes sont relativement proches, par exemple, la figure 7 ci-dessus représente l'organisation des principes du Lean appliqués dans le Groupe PSA (Morais et Aubineau, 2012). L'application du Lean consisterait alors à atteindre une meilleure qualité de ses produits (ou services) en diminuant au maximum les coûts et les délais.

B. Changer de mode de fabrication en optant pour un flux tendu ou un flux tiré

Un système à flux poussé est un mode de production qui consiste à anticiper la demande du client par une surproduction. Un client désigne à la fois le demandeur du produit et également l'étape suivante d'un processus de fabrication. Le fait de produire sur des prévisions va créer une incertitude du fait de la non connaissance des besoins réels du client. Par exemple, les opérateurs produisant en flux poussé ne se préoccupent pas du client quand ce dernier est une étape suivante du processus de fabrication. Cela engendre forcément du stock dans l'atelier de production ce qui augmente les coûts et les délais. La figure 8 ci-dessous expose de manière schématique cette situation.

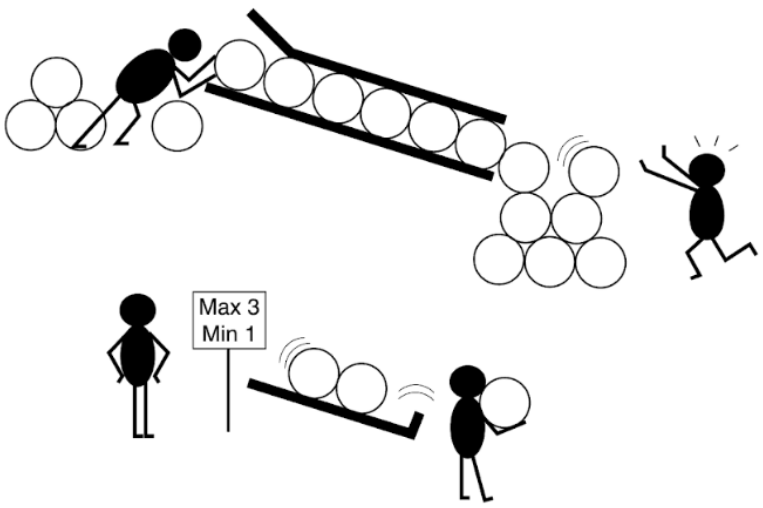


Figure 8 : Flux poussé VS flux tiré (issu de Hohmann, 2012)

Un système à flux tiré consiste à ne produire que ce qui est demandé par le client sans en faire trop pour ne pas faire de sur-qualité. Ce mode de fabrication diminuerait considérablement les stocks en maintenant tout de même un stock de sécurité. Il pourrait s'agir d'une étape intermédiaire entre le système à flux poussé et celui à flux tendu.

Ce dernier consiste à produire uniquement ce qui est demandé par le client sans aucun stock en produisant en JAT. Ce mode de fabrication est vulnérable en cas d'aléas, d'imprévus. Pour éviter cela, il faut limiter la variabilité en favorisant un lissage de la production, prévenir les possibles dysfonctionnements et résoudre les problèmes aussitôt après sa survenue (Hohmann, 2012).

Un système à flux tendu et continu est le but ultime recherché par les entreprises car les résultats obtenus suite à l'application du Lean dans certaines entreprises ont vu leur performance s'améliorer. En effet, selon Kilpatrick (2003), une augmentation de la productivité et une réduction des stocks quasiment de moitié auraient été observées dans des entreprises ayant appliqué le système Lean. De plus, d'après Demeter et Matyusz (2010), une amélioration de la rotation des stocks aurait été remarquée (Lyonnet, 2010).

La réduction des stocks est un des *mudas* généralement recherché par les entreprises, pour cela, comment font-elles pour les gérer ?

2. Améliorer sa Supply Chain, un élément fondamental pour viser une performance industrielle

A. Définition et bénéfices d'une Supply Chain de qualité

La Supply Chain (SC) est traduite littéralement par la chaîne d'approvisionnement logistique. Elle peut être définie comme l'ensemble des flux physiques, financiers et d'informations d'une entreprise, générés par les commandes et les livraisons. Il s'agit d'une fonction support qui s'occupe de gérer la planification des ordres de fabrication (OF) en fonction des différentes demandes et des délais imposés par les clients, d'ordonnancer ces OF en fonction des ressources disponibles (personnel, stocks, machines, etc.), d'entretenir les relations avec le client et le fournisseur, etc.

Des enquêtes ont été réalisées dans de nombreuses firmes et tendent à montrer l'importance d'avoir une SC organisée dans une entreprise. En effet, D'avanzo et *al*. (2003) soulignent dans

leur enquête le fait qu'il y ait un lien très important entre la SC et la performance financière. Par ailleurs, celle-ci montre que 90 % des multinationales interrogées « considèrent que la gestion de la chaîne logistique est une dimension critique de la performance d'une organisation » (Beaulieu et Roy, 2009). Une autre enquête réalisée par Performance Measurement Groupe (PMG) auprès de 70 firmes, révèle que celles disposant d'une SC « mature » seraient plus performantes en termes de délais et auraient des coûts logistiques inférieurs à celles n'en ayant pas (Beaulieu et Roy, 2009).

Les objectifs d'une SC sont donc de réduire les niveaux de stocks, d'optimiser les flux, supprimer les « goulots d'étranglement » (points du système freinant le bon déroulement d'un flux de production impactant négativement la performance globale), tout en assurant une livraison rapide aux clients, dans les bons délais et au bon endroit. Pour cela différentes méthodes et outils sont à disposition pour viser l'excellence.

B. La gestion des stocks pour réduire les coûts et les délais

L'approvisionnement est un élément fondamental dans un système à flux tiré ou à flux tendu. La stratégie d'approvisionnement est alors très importante et il faut savoir la gérer. Pour cela, différentes méthodes existent et parmi elles, le « point de commande » et le « *Kanban* » sont couramment utilisées.

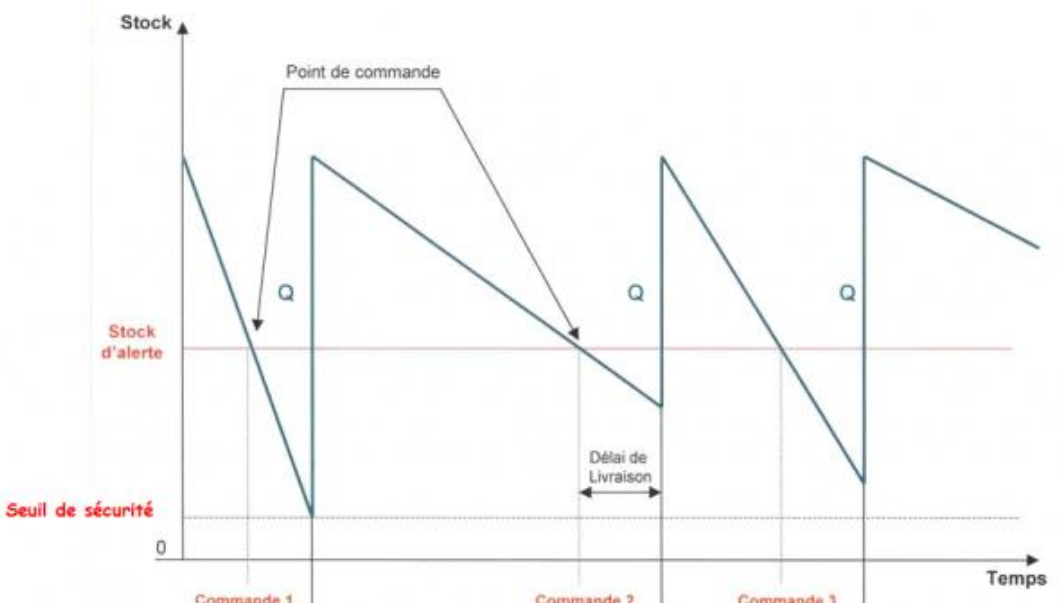


Figure 9 : Graphique expliquant le fonctionnement du système point de commande (issu de Qualiblog.fr)

Le système de point de commande consiste à réaliser une commande au fournisseur à une date clé en fonction de la quantité encore présente en stock, du délai d'approvisionnement du fournisseur, et d'un seuil de sécurité à ne pas dépasser.

Cette méthode d'approvisionnement peut se faire de manière informatique, grâce à une équation mathématique calculée au préalable (Equation 1). Ce point de commande peut varier en fonction d'une augmentation de la consommation et de la variation du délai de livraison. Le point de commande peut être déclenché par un système automatique géré par un progiciel de gestion intégré (exemple : Enterprise Ressource Planning), par un système *kanban*, etc.

$$Point\ de\ commande = \frac{Quantité}{Temps\ de\ consommation} \times Délai\ de\ livraison$$

Équation 1 : Calcul du point de commande

Le système *kanban* (mot japonais qui signifie « étiquette » ou « carte ») est une manière de matérialiser le point de commande. Il s'agit en général d'une étiquette placée à un endroit bien précis de l'emplacement de stockage. Cette étiquette contient des informations utiles (la référence de la pièce à réapprovisionner, la quantité, l'adresse de livraison, etc.) destinées au fournisseur pour qu'il livre la quantité dont le client a besoin et ce, dans les plus brefs délais.

L'association de ces méthodes permet donc de prévoir la quantité exacte au bon moment pour que les opérateurs puissent fabriquer leurs produits de manière continue. Cela limite énormément les stocks et les délais mais il faut veiller à ce que l'approvisionnement soit parfaitement paramétré en amont pour pouvoir espérer lisser la production. D'où l'importance d'avoir une chaîne de logistique performante.

C. La Value Stream Mapping (VSM), l'outil de base pour d'analyse de d'optimisation des flux

Afin de réduire les délais de fabrication d'un produit parfois trop longs et/ou incohérents, les entreprises peuvent revoir les processus de fabrication du produit. En effet, il s'agira d'identifier les opérations à valeur ajoutée (VA) servant à élaborer le produit attendu par le

client tel qu'il le désire. Les opérations à non VA sont des opérations n'apportant aucune valeur au produit. En effet, ces dernières sont des gaspillages pouvant se traduire par des déplacements et stocks inutiles, des temps d'attente répétés, etc.

Pour se faire, l'entreprise peut avoir recours à l'analyse des processus en utilisant une VSM aussi appelée Material and information flow analysis (MIFA) signifiant cartographie de chaîne de valeur. Il s'agit de cartographier les flux physiques et les flux d'informations qui leurs sont associés pour progresser durablement dans la chasse aux *mudas* (Rother et Shook, 1998). Pour réaliser la VSM d'un processus de fabrication, il faut être en groupe de travail avec au minimum un membre du terrain (responsable ou opérateur de l'équipe opérationnelle du produit en question), des ingénieurs (du service des Méthodes ou de l'Amélioration continue), le responsable de la SC, la direction, etc.

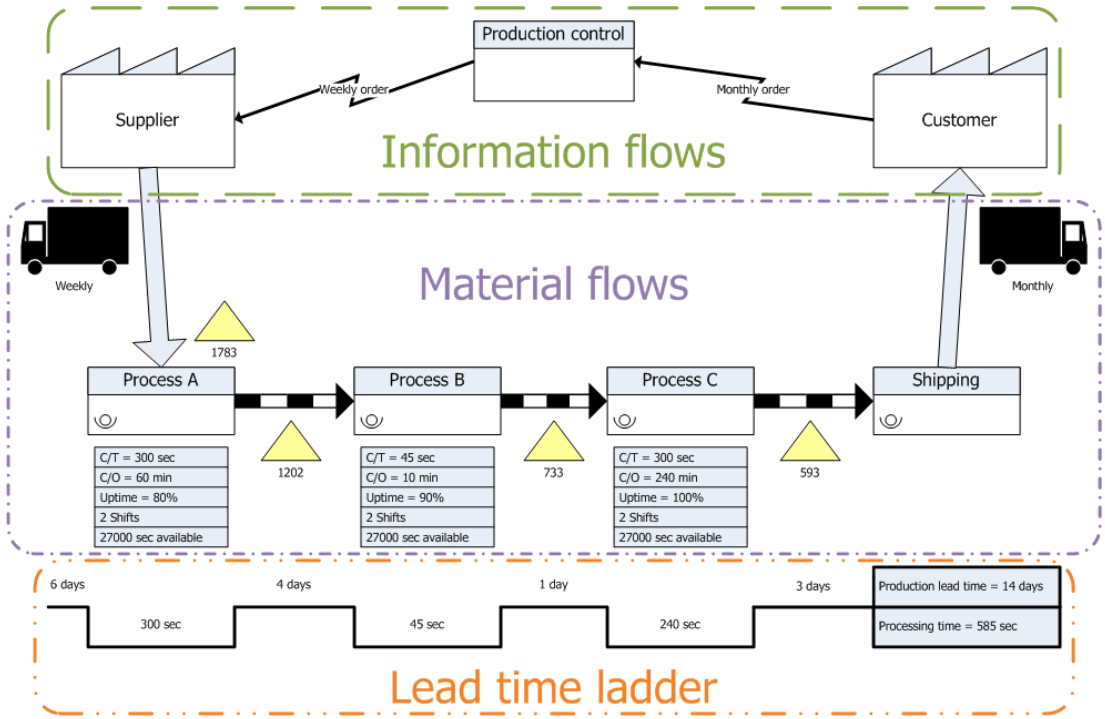


Figure 10 : Exemple type d'une VSM (issu de Tallyfy.com)

Cette cartographie utilise des symboles simples avec des codes couleurs pour améliorer la lecture et la compréhension du processus. Le but est d'identifier le flux de valeur et toutes les sources de perturbation de ce flux. Elle permet également de visualiser les goulots d'étranglement et les situer dans le processus. Le ratio du temps des opérations à VA sur le temps total du processus de fabrication est un indicateur clé qui va permettre de dire si le

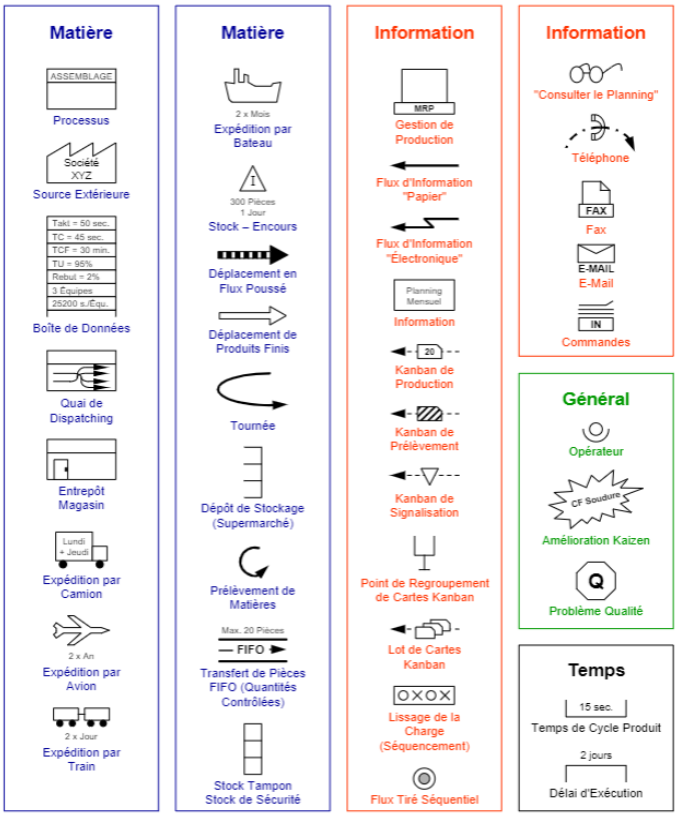


Figure 11 : Liste des principaux icones à utiliser dans une cartographie des flux (issu de docplayer.fr)

processus est clair ou bien s'il est rempli de *mudas*. Une fois l'identification des opérations à non VA faite, il faudra les supprimer et/ou les réduire afin d'améliorer le ratio des tâches à VA sur le temps d'écoulement total ou « Lead Time » (Hohmann, 2012).

D'après Arbulu et *al*. (2003), les délais de fabrication seraient réduits de 25% tout en augmentant le nombre d'opérations à VA suite à l'application d'une VSM et aux transformations du flux. Bien qu'elle permette d'identifier les dysfonctionnements de processus de fabrication, la VSM reste un outil complexe auquel il faut avoir été formé pour pouvoir l'animer et la dessiner.

Les entreprises, à trop vouloir viser la performance, peuvent dégrader les conditions de travail de leurs salariés. En effet, dans des chantiers d'amélioration, elles ne se projettent pas forcément à long terme et n'envisagent pas les effets éventuels d'une transformation de l'activité. Plusieurs études ont déterminé que l'application d'une démarche Lean pourrait être délétère pour les opérateurs du fait de la dégradation des conditions de travail (Bruère, 2012). En effet, la diminution des marges de manœuvre du travailleur pourrait être corrélée avec l'augmentation des TMS. Toutefois, il faut être vigilant quant à cette affirmation car de nombreux points de vue divergent sur les effets du Lean sur les travailleurs. L'ergonomie pourrait alors intervenir en amont afin de prévenir l'apparition de TMS liés à l'application du Lean.

3. L'amélioration des conditions de travail par la prévention des travailleurs face aux risques TMS

L'objectifs principal de système Lean est d'optimiser la performance de l'entreprise et cela en améliorant les conditions de travail de ses salariés. Toutefois, nous observons une évolution croissante du nombre de TMS en France et ce, depuis l'apparition du Lean en 1994 chez Valéo par exemple (Lyonnet, 2010). De plus, Hohmann (2012) émet l'hypothèse que le déploiement du Lean pourrait exposer les travailleurs à deux risques : les TMS et la charge mentale générant du stress.

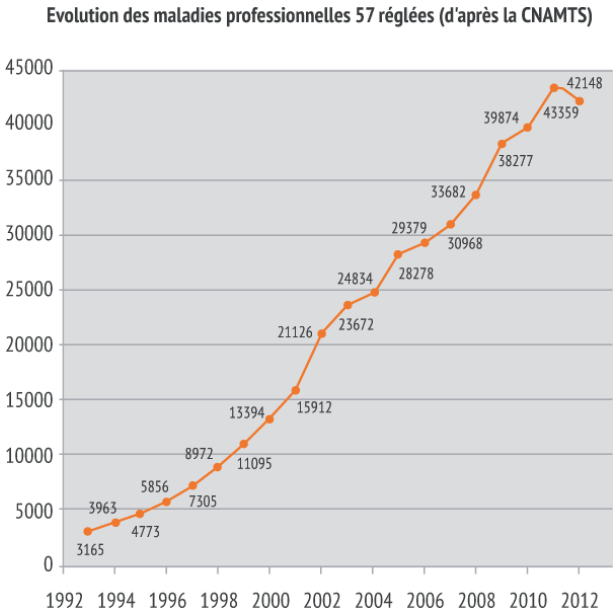


Figure 12 : Evolution de la reconnaissance des maladies professionnelles 57 (d'après la CNAMTS) (issu de inrs.fr, 2015)

A. Définition des TMS

On retrouve dans la littérature différentes terminologies pour désigner les pathologies professionnelles altérant les tissus mous et pouvant provoquer des douleurs chroniques. En France, on les appelle familièrement les troubles musculosquelettiques (TMS) tiré de la traduction de « Musculoskeletal disorders » (Hagberg et *al.*, 1995). D'autres auteurs vont plus loin en les appelant « TMS-MS » (Malchaire et *al.*, 1998) ou « Work related upper limb disorders » (Cooper & Baker, 1996 ; Buckle, 1997) pour désigner les TMS touchant les membres supérieurs. La notion de répétitivité se retrouve dans certains termes. C'est le cas notamment des « Lésions articulaires dues au travail répétitif » (Kuorinka & Forcier, 1995), « Repetitive strain injuries » (Pujol, 1993) ou encore « Cumulative trauma disorders » (Putz-Anderson, 1988).

B. Rappels épidémiologiques concernant les TMS

Ces pathologies d'origine plurifactorielle représentent chaque année en France, plus de 80 % des maladies professionnelles (MP) reconnues, avec au total de 42 535 cas recensés en 2016 (DARES, 2016). Les TMS se retrouvent dans différents secteurs aussi bien dans le secteur industriel, le secteur du bâtiment et des travaux publics, le secteur agro-alimentaire ou encore

le secteur tertiaire. De plus, selon les chiffres de la Caisse Nationale d'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés (CNAMTS), le nombre de TMS a tendance à décroître depuis 2011, année durant laquelle il y eut le plus grand nombre de cas jamais recensé, tournant autour de la barre des 48 000 cas (Figure 13). En 2016, 53 % des accidents de travail avec au moins quatre jours d'arrêts (soit un peu plus de 300 000 cas) sont liés à de la manutention manuelle (INRS, 2017).

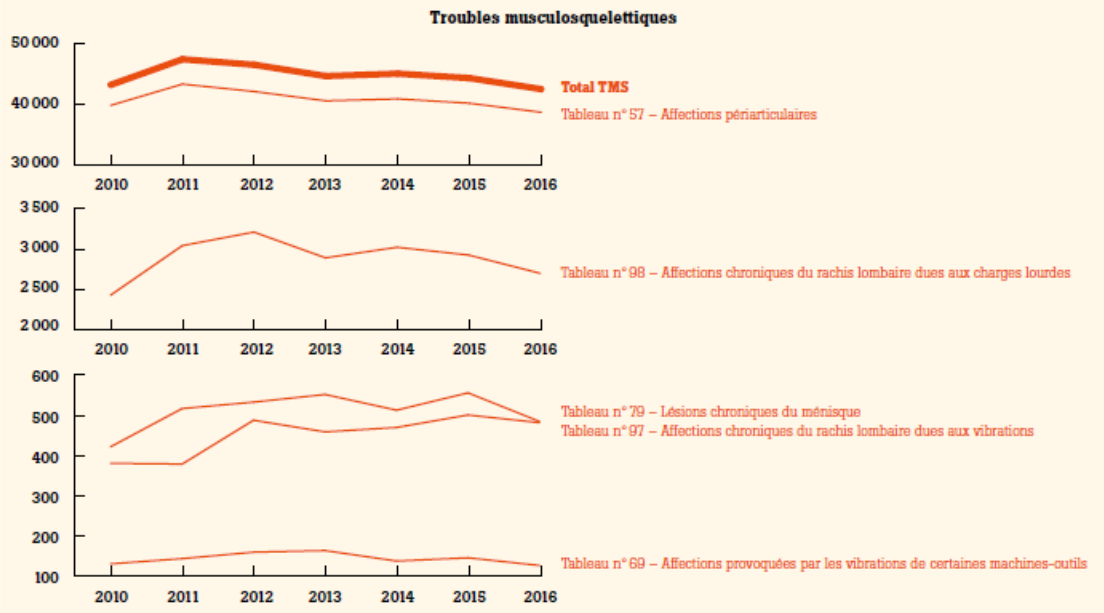


Figure 13 : Evolution des reconnaissances des TMS de 2010 à 2016

Ces données montrent à quel point il est nécessaire pour les entreprises d'agir, afin de limiter les risques liés aux TMS. Toute la population est touchée par ces affections, mais ce sont les femmes qui seraient les plus concernées et la différence est d'autant plus visible pour la catégorie de personnes ayant dépassé 45 ans (Kuorinka et coll., 1995).

Par ailleurs, il semblerait que le taux de MP déclaré dans certaines régions de France en 2009 soit nettement inférieur à la moyenne nationale (Rivière S. et coll., 2013) en raison d'une « sous-déclaration des TMS » (Claudon et coll. 2018). Cela pourrait s'expliquer par le refus des salariés de dénoncer la pathologie. Cela pourrait s'expliquer par la nécessité de réaliser un bilan médical mais également par la méconnaissance que ces pathologies peuvent être déclarées et reconnues comme une MP.

C. Les facteurs de risques de TMS

Les TMS se traduisent par des pathologies dont les principales ont été référencées dans le rapport européen SALSTA (Meyer et coll., 2002). Nous listons les plus connues dans la figure 14 ci-dessous.



Figure 14 : Les principales pathologies périarticulaires catégorisant TMS selon le rapport SALTSA (tiré de Mayer et *coll.*, 2012)

Il s'agit pour chacune d'entre-elles de pathologies d'hypersollicitations (Pujol, 1993). Le risque d'apparition de TMS serait le résultat d'un déséquilibre entre la sollicitation à laquelle l'individu est soumis (contraintes biomécaniques) et ses propres capacités fonctionnelles telles que les facteurs individuels et le stress (Cnockaert & Claudon, 1994).

Malchaire et coll. (2007) définissent les facteurs de risque comme « tous les aspects de la situation de travail qui ont la propriété ou la capacité de causer un dommage et d'interférer négativement avec la sécurité, la santé et le bien-être des travailleurs ».

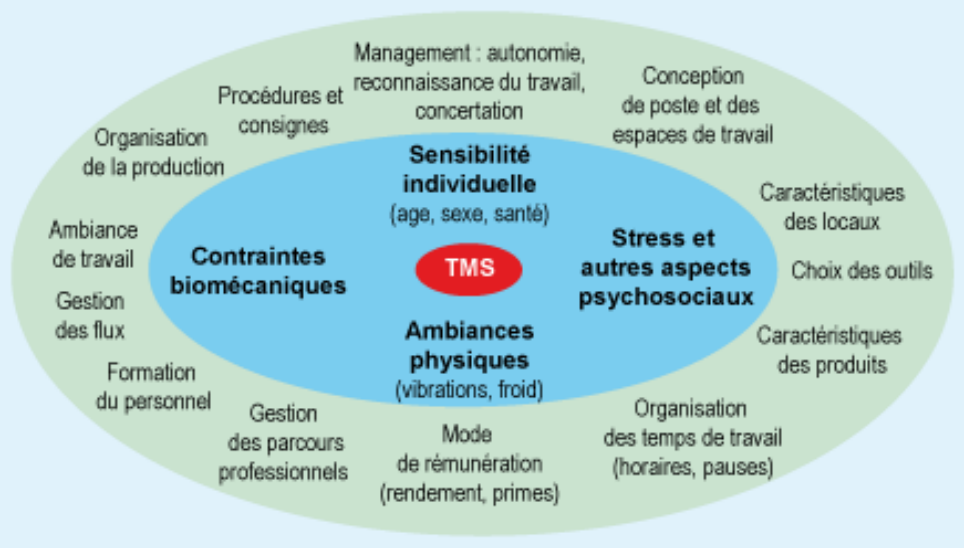


Figure 15 : Les facteurs de risque des TMS selon la CNAMTS (2011) (issu de ameli.fr, 2019)

Dans le cas des TMS, plusieurs facteurs peuvent être responsables de l'apparition de ces affections périarticulaires. Les TMS dépendent donc de facteurs propres à l'individu tels que l'âge, le sexe, l'état physiologique, l'état psychologique, les antécédents médicaux, etc. (Cail et Aptel, 2000 ; Kuorinka et *coll.*, 1995). Cependant, il existe des facteurs autres que les facteurs individuels qui vont également impacter le corps et favoriser l'apparition des TMS.

C'est notamment le cas des contraintes biomécaniques, de l'environnement physique de travail, des facteurs organisationnels.

D. L'analyse de l'activité, méthode clé de l'ergonome pour prévenir et agir face à l'apparition des TMS

L'ergonome dispose de plusieurs méthodes et outils à appliquer en fonction de la demande à laquelle il doit répondre. Toutefois, l'analyse de l'activité est essentielle pour comprendre les situations problématiques pouvant atteindre la santé des opérateurs. En ce sens, selon Coutarel et Petit (2013), « il n'y a pas de prévention des TMS sans compréhension de l'activité ».

L'analyse de l'activité correspond à l'identification de tous les déterminants de l'activité de travail pouvant influer les actions réalisées qui permettent de répondre à la tâche prescrite. Cette méthode se réalise généralement à l'aide d'observations, de questionnaires, d'entretiens avec l'opérateur. Les déterminants de l'activité de travail sont multiples et l'ergonome doit tous les prendre en compte pour ne rien occulter lors de son diagnostic.

Cette figure nous montre les interactions qui existent à la fois entre l'activité de travail et les déterminants de l'activité et réciproquement, mais également des interactions entre les déterminants eux-mêmes.

En ce sens, c'est la compréhension de ces interactions qui vont permettre d'identifier les problématiques liées à l'ergonomie.

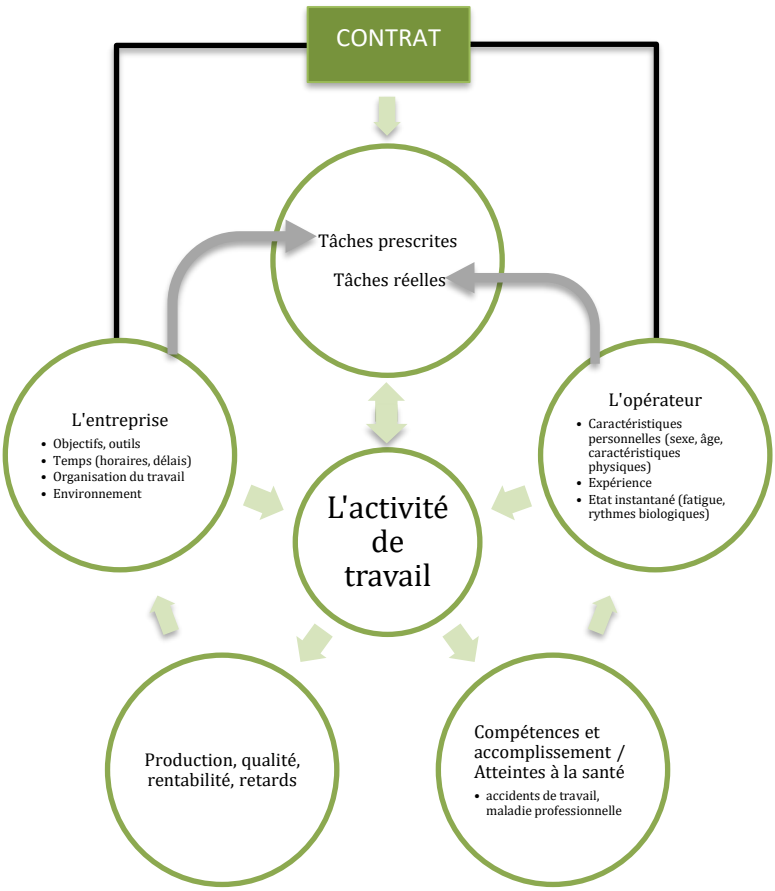


Figure 16 : Schéma des déterminant de l'activité de travail selon Guérin et *coll*. (1997)

L'ergonome est formé pour analyser le travail afin de préserver les travailleurs des TMS. Connaissant les coûts qu'induisent ces derniers, il serait judicieux pour les entreprises d'intégrer l'ergonomie pour limiter le risque de voir exploser leur nombre de maladies professionnelles liées à des affections périarticulaires. Mais comment l'ergonomie peut-elle s'imposer dans un mode de fonctionnement dirigé par le Lean ?

4. Comment l'ergonomie et le système Lean peuvent collaborer ?

Dans les grandes entreprises françaises du secteur industriel, le système Lean est de plus en plus présent et ce, dans un contexte où les entreprises cherchent toujours à « chasser les coûts » et les gaspillages (Bourgeois et Gonot, 2010). Elles sont alors en recherche permanente de l'amélioration continue qui, dans le système Lean, est appelée « *kaizen* ». Il y a en effet un paradoxe entre la volonté des entreprises de vouloir réduire les coûts liés aux gaspillages et d'éviter ceux causés par la déclaration des TMS. Les entreprises ont alors tout intérêt à intégrer l'ergonomie dans la réorganisation du travail pour réduire davantage les coûts en ayant une vue sur le long terme. Cependant, cet intérêt reste dans un premier temps subjectif à leurs yeux, notamment parce qu'en ergonomie il s'agit de prévenir, c'est-à-dire anticiper quelque chose qui n'existe pas encore, ici les TMS.

A. Intégrer l'ergonomie avant la conception d'une nouvelle organisation de travail

L'ergonomie et le Lean ont des objectifs proches bien que leur ordre de priorité soient inversés. En effet, il s'agit d'optimiser le couple santé / performance. Pour cela, il est possible de concevoir une nouvelle organisation du travail basée uniquement sur une démarche Lean sans prendre en compte l'ergonomie dans sa globalité. Les praticiens prennent généralement en compte l'ergonomie mais uniquement l'ergonomie physique en oubliant les dimensions cognitives et organisationnelles de l'activité.

En ce sens, prenons l'exemple du Groupe PSA dans lequel les ergonomes interviennent bien avant la mise en place d'une nouvelle ligne de fabrication en raison de leurs connaissances de l'activité, des caractéristiques individuelles du personnel, etc. Cela permet de détecter plus

rapidement les dérives possibles de la dégradation d'une situation de travail due à la mise en application du Lean, mais également de former en amont les opérateurs à la nouvelle activité qui est prévue (Morais, 2009). Un standard est ensuite créé pour optimiser le temps d'écoulement du processus en limitant les marges de manœuvre. Une cotation ergonomique de l'activité a été réalisée en parallèle pour identifier les opérations contraignantes. Cette cotation est affichée sur le standard, avec un code couleur et des conseils pour limiter l'exposition des opérateurs à des risques TMS (Morais, 2009).

Par conséquent, intégrer l'ergonomie dans un projet de conception, permet de ne pas passer à côté de certains déterminants de l'activité ou de la situation de travail pouvant poser des problèmes sur du moyen ou long terme pour les opérateurs. Outre l'importance d'intégrer l'ergonomie, il est également primordial de mettre les opérateurs dans ces projets d'amélioration continue.

B. Vers une démarche participative de la réorganisation de l'activité

« L'ergonomie organisationnelle s'intéresse à l'optimisation des systèmes sociotechniques, cela incluant leur structure organisationnelle, règles et processus » (Falzon, 2004) en prenant en compte la conception des tâches, des horaires, la communication, le management, etc. Ainsi, la formation est essentielle pour pouvoir agir efficacement sur les risques TMS. Il faut tout d'abord sensibiliser la hiérarchie de proximité à repérer les situations contraignantes de l'activité, en lui proposant des outils permettant d'agir directement sur le problème. C'est le cas dans le Groupe PSA dans lequel une grille d'évaluation METEO (méthode d'évaluation du travail et de l'organisation) a été créée. Cet outil permet au cadre managérial, d'identifier les opérations sollicitantes d'un point de vue biomécanique ou énergétique sur des activités répétitives. En fonction des résultats, une réorganisation du travail peut être réalisée par la hiérarchie de proximité, afin de diversifier la charge physique des opérateurs et de limiter une surexposition à des contraintes physiques. Cette réorganisation se fait sous la forme d'une rotation de postes appelée « ergo-rotation » (Morais et Aunineau, 2012).

Par ailleurs, amener les travailleurs à participer dans la modification de leur activité de travail permettrait de trouver des solutions plus pertinentes (Daniellou, 1991) en raison de leur expérience sur le terrain. De plus, cela développerait les compétences du personnel (De

Treville et Antonakis, 2006). Cette notion de démarche participative est présente dans le système Lean par la résolution de problèmes car cette dernière fait intervenir différents corps de métier.

La démarche participative peut s'effectuer sous la forme d'une simulation organisationnelle (Van Belleghem, 2012). Il s'agit d'un outil de l'ergonome pour permettre aux opérateurs de se projeter dans l'activité future par la proposition de différents scénarios. La simulation opérationnelle est une conduite de projet réalisée avec plusieurs membres notamment les opérateurs, la direction, les prescripteurs des standards, etc.

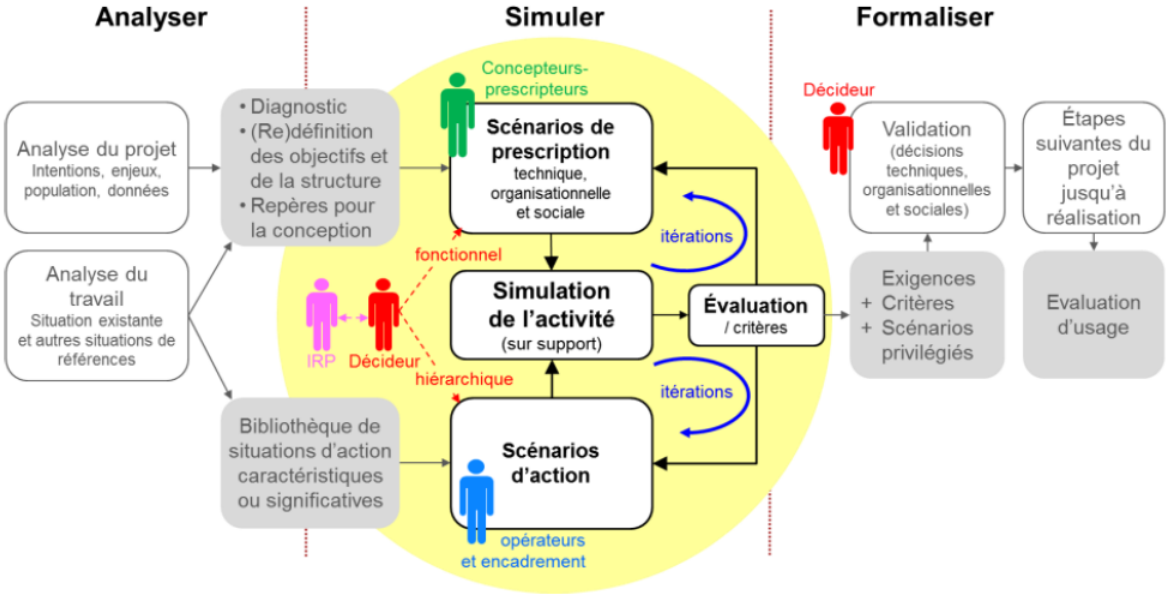


Figure 17 : Dispositif de simulation au centre de la démarche de conduite de projet en ergonomie d'après Van Belleghem & Barcellini (2011) (tiré de Van Belleghem, 2012)

Ce sont les opérateurs eux-mêmes qui travaillent sur les modes opératoires déjà existants en les transformant pour améliorer leurs conditions de travail et optimiser l'activité. En effet, l'idée de changement impulsée par les opérateurs eux-mêmes les amène à mieux la considérer car elle s'écarte de la direction, préoccupée par le souci de performance. Cette méthode de réorganisation du travail permet alors un développement de compétences en redonnant du sens au travail, ce qui conditionne à améliorer la motivation des travailleurs (Van Belleghem, 2012).

Ces méthodes et outils de l'ergonome ont des résultats plus que concluants sur la performance des entreprises en prenant en compte un maximum de déterminants de

l'activité mais également en laissant les travailleurs s'exprimer dans la réorganisation de leur activité future de travail. Ainsi, en associant l'ergonomie au système Lean, les travailleurs sont davantage intégrés dans les projets et cela leur permet de mieux comprendre l'intérêt de réorganiser leur activité mais également de répondre à leur besoin d'autonomie (Deci et Ryan, 2002), ici sous-jacente par l'impression d'autodétermination.

A travers cet état de l'art, il est donc possible d'associer l'ergonomie au Lean et inversement. En ce sens, Hohmann (2012) montre, dans son ouvrage, que l'association des deux serait l'optimisation du couple performance / santé.

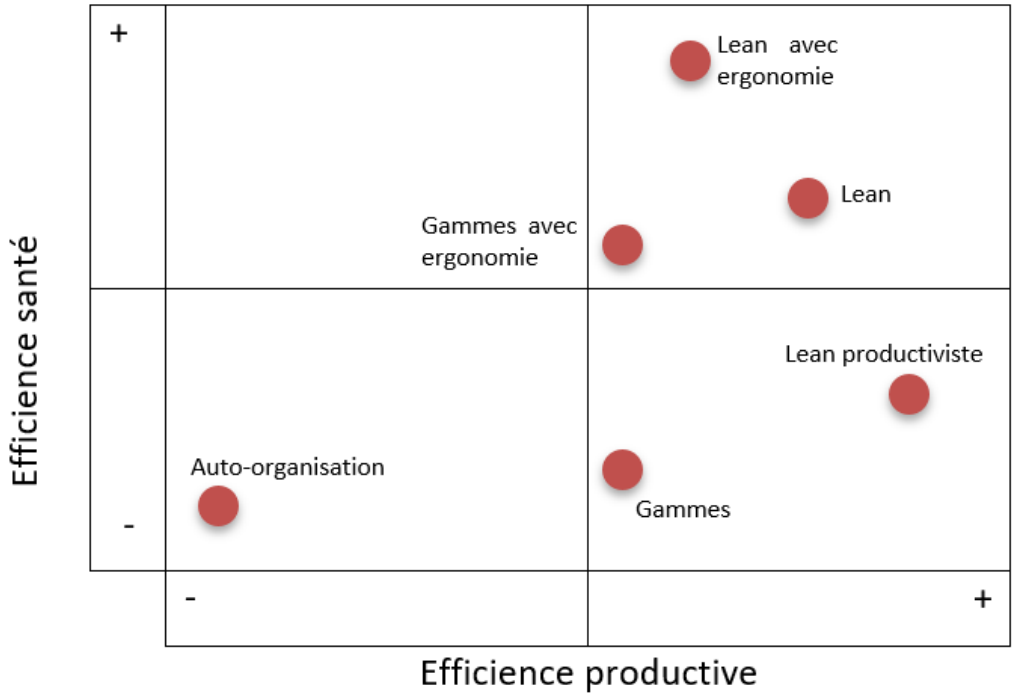


Figure 18 : Matrice comparant différentes approches en exposant leur efficience santé et leur efficience productive d'après Hohmann (2012)

Problématique et objectifs

La nouvelle charge de travail attendue au TI de Rennes oblige l'UO Performance à revoir l'organisation générale du travail et ce dans les unités de production concernées. Cela se réalise généralement sous la forme de chantiers d'amélioration *Kaizen*, ayant pour objectif principal d'identifier toutes les opérations à valeur ajoutée (VA) et à non VA, pour supprimer tous les « mudas » (actions consommant des ressources sans ajout de VA).

De plus, il est essentiel de repenser les différents flux lors de ces réorganisations. En effet, le flux est un élément clé dans la notion de délai. Les outils d'analyse de flux, vus dans l'état de l'art, pourraient nous aider à optimiser la performance et ce, pour toutes les activités de travail. Parmi elles, l'activité de distribution des PRM pourrait être fortement impactée du fait : des réimplantations prévues dans l'atelier de production, de l'augmentation de la production, des projets quant à l'avenir de cette activité de travail, etc.

S'interroger sur les effets de cette activité de distribution revient à prendre en considération leurs impacts sur la santé des agents. En ce sens, nous nous demandons comment intégrer l'ergonomie dans la réorganisation du flux des PRM ? La mise en place d'une intervention ergonomique pour cette activité logistique de distribution permet-elle d'optimiser le couple santé / performance ?

Dans une étude de cas présentant l'intervention ergonomique de l'activité du « petit train », nous tenterons de démontrer que l'intégration de l'ergonomie apporte une réelle VA dans la mesure où elle consiste à prévenir les risques physiques, notamment les TMS auxquels les opérateurs sont susceptibles d'être exposés tout en visant à optimiser la performance.

Toutefois, les travailleurs ne sont pas seulement exposés aux risques physiques. Ces derniers peuvent être la cause comme la conséquence de risques psychologiques ou bien sans corrélation directe avec leur apparition.

Matériels et Méthodes

La démarche d'intervention ergonomique est composée d'une approche globale qui aura pour objectif d'identifier les déterminants pouvant altérer la santé des opérateurs, puis de proposer des transformations et/ou solutions. En ce sens, il s'agit de préserver les salariés vis-à-vis de certains risques liés à l'activité de travail tout en cherchant à optimiser celle-ci.
L'intervention ergonomique sera « ascendante » dans un premier temps, c'est-à-dire que nous chercherons d'abord à comprendre l'activité dans sa situation de travail avant de s'intéresser directement au problème qu'elle sous-tend. Dans un second temps, l'intervention sera « descendante » c'est-à-dire que nous ferons des études du système en utilisant des connaissances scientifiques (normes, biomécanique, etc.) afin d'en ressortir des données significatives ou non.

1. La demande et la description de l'activité de travail

A. La demande

C'est à la suite de plaintes (douleurs, mécontentements) de plusieurs agents logistiques donnant lieu à une inspection trimestrielle du Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT), que le DRH (également président du CHSCT) a souhaité qu'une étude de poste portant sur l'organisation du travail ainsi que des mesures de poids des Bases Roulantes (BR) soient réalisées. Cette demande a été faite à l'UO Performance et plus particulièrement au service des Méthodes Process. Elle concerne une situation de travail bien précise qu'est l'activité nommée « petit train » par l'ensemble des collaborateurs du TI de Rennes. Avant d'analyser et de reformuler la demande, une description synthétique de l'activité s'impose afin de mieux comprendre de quoi il s'agit.

B. Description de l'activité du « petit train »

Appelée « petit train » en interne, l'activité consiste à approvisionner les équipes de production des PRM et des pièces constituantes stockées au magasin logistique, et, assurer le transfert de ces PRM (une fois réparées ou révisées) dans le sens inverse pour être stockées au magasin ou envoyées aux clients.

Pour cela, plus de 500 BR vont servir à transporter ces pièces vers les différentes gares des secteurs de production en fonction d'un carnet d'adressage indiquant la gare de destination.



Figure 19 : Photographie du chargement d'une BR sur le train

Les BR sont de chariots de manutention à quatre roues. Il en existe deux types :

- Des BR « simples » sont des chariots à quatre roues : deux sont motrices et deux fixes, tels un caddie de supermarché
- Des BR « doubles » sont deux fois plus grandes et une fois et demie plus lourde que les BR « simples » mais comprennent quatre roues motrices

Carnet d'adressage indiquant la destination de la BR



Figure 20 : Photo des BR (à gauche deux BR « simples », à droite : BR « double »)

Pour éviter que les logisticiens transportent une à une les BR d'une gare à une autre et fassent de longs déplacements avec ces BR, ils disposent d'un train logistique composé d'un tracteur avec quatre remorques sur lequel les agents vont accrocher les BR. Chaque remorque peut accueillir deux BR ou une BR double. Le train peut transporter au maximum huit BR en même temps. Cet engin ne peut être utilisé que par des opérateurs disposant d'un permis CACES. Tous les agents du secteur logistique le possèdent. Il s'agit donc d'une activité de manutention manuelle de charges de type pousser/tirer.



Figure 21 : Photographie du « petit train »

C. L'analyse de la demande

Afin de comprendre l'origine de la demande, différents interlocuteurs ont été interrogés : dans un premier temps, les agents logistiques qui réalisent l'activité du « petit train », puis la hiérarchie (DUO LI et ATMM de l'équipe CT00) et enfin le DRH (le demandeur). Ces échanges se font sous la forme d'entretiens exploratoires qui permettent de recueillir des informations qualitatives afin d'identifier la(les) problématique(s) actuelle(s) et ses(leurs) enjeux.

Passer de deux trains à un seul augmenterait considérablement la charge de travail de cette activité. En outre, les BR seraient « trop lourdes » pour eux, d'où la demande de la direction de réaliser des mesures de poids des BR. De plus, les agents ressentent un manque de personnel dans l'équipe logistique, ce qui selon eux ne fait qu'augmenter la charge de travail. En effet, un agent du magasin absent engendrerait un manque qui se fait ressentir sur l'ensemble de l'équipe. En ce sens, qu'il s'agisse d'une absence prévue ou imprévue, ce poste reste vacant sauf s'il s'agit d'une période longue (supérieure à un mois environ) ou est occupé par un agent qui était censé être sur le poste du « petit train ».

Les caristes

Cette activité du « petit train » peut se faire à un seul agent car les trains ne sont pas optimisés. En effet, lorsqu'ils partent du magasin, des emplacements sont libres et ne reviennent pas toujours pleins, parfois les trains partent à vide ou reviennent vide. Néanmoins, le cadre managérial confirme les propos des caristes disant que certaines BR sont lourdes, mais les agents ne manutentionnent pas uniquement des BR lourdes. De surcroît, lors d'une absence d'un agent du magasin, un des deux caristes du « petit train » peut être amené à venir renforcer l'une des trois équipes du magasin pour réceptionner ou expédier les pièces venant ou allant au Centre de logistique industriel (CLI).

La hiérarchie

La direction

Nous ne savons pas dire si le passage de deux « petits trains » à un seul ainsi que la masse des BR pourraient impacter la santé des agents, nous cherchons donc à trouver des solutions vis-à-vis de ces remontées dans l'optique de ne pas dégrader les conditions de travail des opérateurs tout en voulant optimiser l'activité de travail.

Toutefois, il s'agira de ne pas occulter le fait que ces plaintes, venant des caristes, peuvent s'avérer non objectives et basées uniquement sur le fait que leur charge de travail actuelle, équivalant au temps de travail effectif et au temps de repos, leur conviendrait parfaitement. En effet, les salariés peuvent s'avérer réfractaires face à des changements organisationnels venant de la direction. En ce sens, cela peut être dû à l'absence de la direction sur le terrain, de sa méconnaissance de l'activité mais également de son intérêt croissant pour la performance, en dépit de la santé de ses opérateurs.

Cette hypothèse voit le jour suite aux refus catégoriques des caristes d'essayer un nouveau fonctionnement proposé par la hiérarchie. Cette opposition est-elle due par la non implication des opérateurs dans la volonté de changement d'organisation ? Ou bien, par un manque de communication de la part de la direction et du cadre managérial concernant cette réorganisation de l'activité ?

D. Reformulation de la demande

Afin de répondre correctement à cette demande, sa reformulation s'est faite autour d'une table avec la présence du demandeur (le DRH) et des différents acteurs concernés (la DUO LI, l'ATMM de l'équipe CT00, l'ingénieur Méthodes Process et l'apprenti ergonome). Un accord sur ce que contiendra l'intervention ergonomique a été trouvé. Cette dernière fera l'objet d'une analyse de l'activité de travail dans laquelle sera intégrée une analyse statistique de la masse des BR.

2. Observations ouvertes, entretiens exploratoires et immersion pour l'analyse de l'activité dans sa situation de travail

A. L'immersion de l'apprenti ergonome dans l'activité de travail

Afin d'observer l'activité du « petit train » et les comportements des opérateurs, l'apprenti ergonome s'est confronté à réaliser les manipulations des BR et ce, sur trois demi-journées avec un agent différent sur chacune d'elles. Il s'est plié aux consignes de l'opérateur pour se rapprocher au plus près des conditions réelles de l'activité. L'immersion s'est réalisée un mercredi après-midi avec l'agent M, un vendredi matin avec l'agent R et un vendredi après-midi avec l'agent J-L.

B. Analyse de l'activité de travail

Suite aux échanges avec les agents lors de l'observation de l'activité, nous avons cherché à comprendre comment se caractérisent les plaintes. En fonction de chacun, les plaintes se traduisent différemment physiquement et psychologiquement :

Physiquement, c'est généralement sous la forme de douleurs :

- Une sensation de jambes lourdes en fin de journée et surtout en fin de semaine
- Des douleurs lombaires
- Des douleurs aux membres supérieurs (épaules et coudes)

Psychologiquement, les plaintes relèvent pour certains agents :

- D'une sensation de ne pas être écoutés
- D'un ras-le-bol, une perte de motivation

Cette activité ne présente ni fiche de poste, ni de mode opératoire indiquant les tâches à suivre. Toutefois, trois plans (format A0) sont affichés sur le mur en face de la gare CT10 (Figure 22), au départ du train logistique :

- A gauche : un plan récapitulatif de l'établissement exposant les trajets et l'emplacement des gares de livraison
- Au milieu : deux tableaux donnant des informations sur le « bon » côté de chargement des BR sur le train pour les trajets noir et orange
- A droite, un tableau donnant des informations sur le « bon » côté de chargement des BR sur le train pour le trajet bleu, et le schéma d'un train logistique

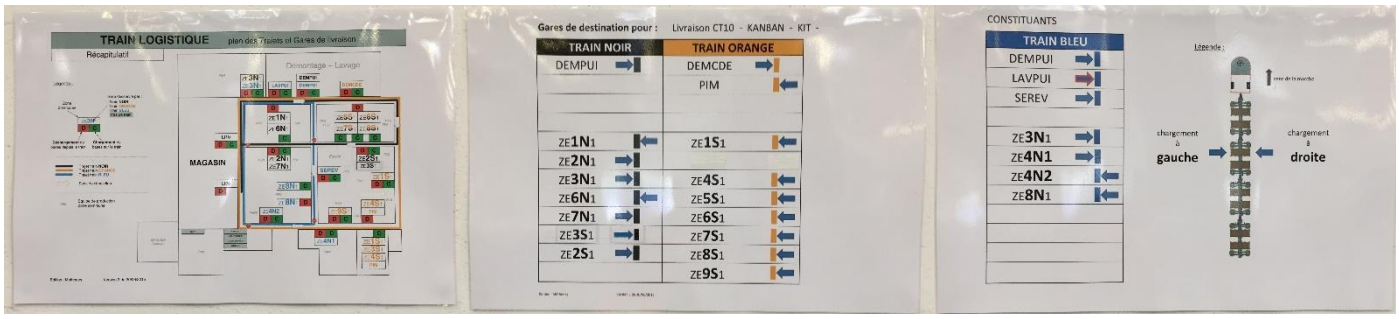


Figure 22 : Photographie des plans au départ de train logistique

Ces plans, datant de juin 2015, ne sont pas actualisés. Cela se remarque par la présence des secteurs de production ayant fusionné ou changé de nom. En effet, certains d'entre eux n'existent plus tels que 6N1, 7N1, 8N1 et 8S1.

C. Analyse de la situation de travail

Rappel du contexte socio-économique

La charge de travail au TI de Rennes va augmenter dans certaines UO ce qui amène l'UO Performance à revoir les process et l'implantation de ces secteurs de production. En parallèle de cette victoire économique, un contexte social tendu du fait de la réforme ferroviaire du Gouvernement.

i. La population

Le magasin logistique est divisé en trois équipes :

- L'équipe CT10, chargée de réceptionner et stocker les PRM venant du CLI ainsi que de préparer les PRM pour les équipes de production
- L'équipe Constituants, chargée de réceptionner, stocker, préparer et envoyer les pièces constituantes vers les équipes de production
- L'équipe CT00, chargée de réceptionner et stocker les PRM réparées par les équipes de production pour les envoyer vers le client

Une vingtaine d'agents composent le magasin et parmi eux, seuls quatre effectuent l'activité du « petit train » faisant partie de l'équipe CT00. Ces quatre agents sont des hommes ayant des caractéristiques personnelles différentes (l'âge, taille, poids), une expérience propre à chacun (le niveau de qualification, l'ancienneté et le passif dans l'entreprise) et un état interne variant entre les opérateurs (fatigue, vie privée, etc.).

- Les quatre agents ont 28, 37, 41 et 58 ans
- Un parmi les quatre est fumeur
- Ils ont tous un niveau d'activité physique faible (inférieur aux recommandations de l'OMS : 150 minutes d'activité modérée ou 75 minutes d'activité intense par semaine)
- Leur expérience dans l'entreprise varie de 7 à 30 ans, leur expérience en logistique diffère également

L'ATMM de l'équipe CT00 est en charge de réaliser le planning des membres de son équipe. Celui-ci est affiché le vendredi soir pour la semaine qui suit, et ce, à deux endroits : près des bureaux avec des magnets prenant en compte tous les agents du magasin (les trois équipes confondues) et sur le grand tableau blanc de management visuel de l'équipe CT00 (lieu de réunion TOP 5'). En ce qui concerne l'activité du « petit train », trois des quatre agents tournent généralement de manière hebdomadaire, le quatrième réalise uniquement cette activité logistique. De plus, un agent peut parfois être deux semaines d'affilée sur le poste de travail du « petit train ». Il peut également arriver qu'un opérateur soit sur ce poste le matin et occupe un autre poste l'après-midi.

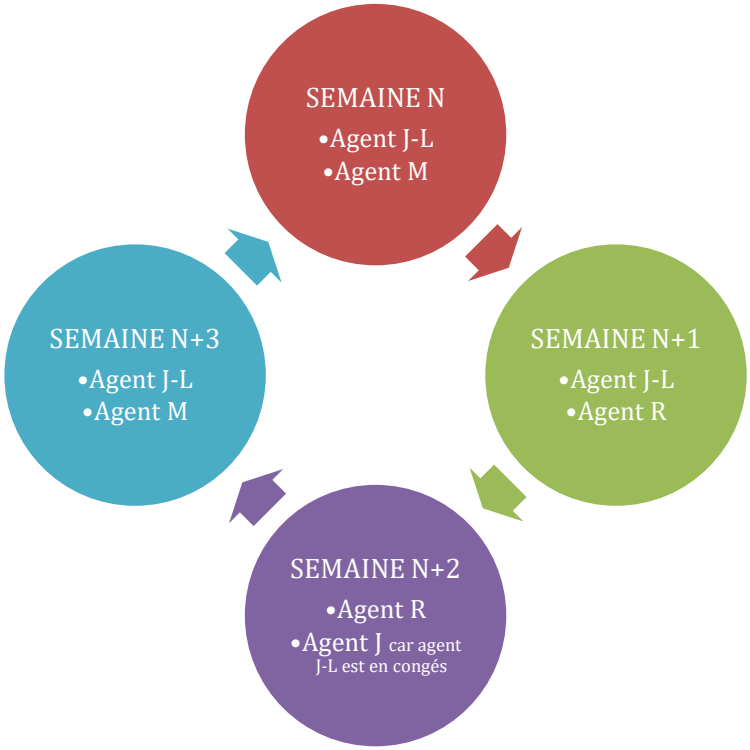


Figure 23 : Exemple de la rotation du poste entre les agents du « petit train »

ii. Les horaires de travail

Comme les autres logisticiens du magasin, l'agent du « petit train » doit travailler 7 heures et 45 minutes par jour (soit 465 minutes). Néanmoins, il peut varier sa durée de travail en fonction de sa pendule qui doit être comprise entre -8 heures et +8 heures. Les plages variables d'un agent logistique sont les suivantes :

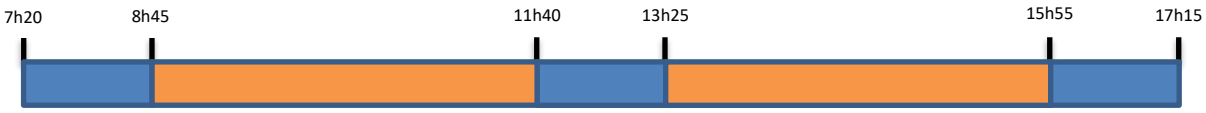


Figure 24 : Horaires de travail « normales » (sauf vendredi)

Légende : intervalle de présence obligatoire intervalle de pointage

Ces horaires sont les mêmes chaque jour pour les agents logistiques (excepté le vendredi où ils ont la possibilité de terminer plus tôt) contrairement aux agents de production qui, le mercredi et le vendredi, peuvent travailler « en décalé matin ».

En ce sens, les agents de production peuvent pendant ces jours de production, travailler sur les plages suivantes :



Figure 25 : Horaires de travail en « décalé matin »

Sont comprises dans les 465 minutes journalières de travail :

- 20 minutes de change dans les vestiaires (quatre passages par jour)
- 15 minutes de pause à 9h45 le matin avec l'ensemble des agents du magasin (la pause des agents de production est à 9h00)
- Les réunions TOP 5' journalières à 13h30 avec l'ensemble de l'équipe CT00 pouvant durer jusqu'à 15 minutes
- Les réunions RITE hebdomadaires d'une heure le jeudi

La durée effective de travail est donc en moyenne de 403 minutes par jour. La pause déjeuner n'est pas comprise dans le temps de travail. Elle doit durer au minimum 45 minutes (sauf pour les opérateurs en décalé matin qui ont 20 minutes de pause « casse-croûte » sur période de présence obligatoire).

iii. L'environnement de travail

L'agent du train logistique distribue et récupère les gares d'arrivée et de départ qui sont différentes selon le secteur de production (voir Figure 26). Nous avons observé des « embouteillages » entre les deux trains logistiques et le train de la déchetterie que ce soit en production ou en LI. Par ailleurs, le trajet noir oblige à l'agent d'effectuer un demi-tour à LI avec un espace réduit ce qui prend du temps et demande une attention toute particulière à l'agent.

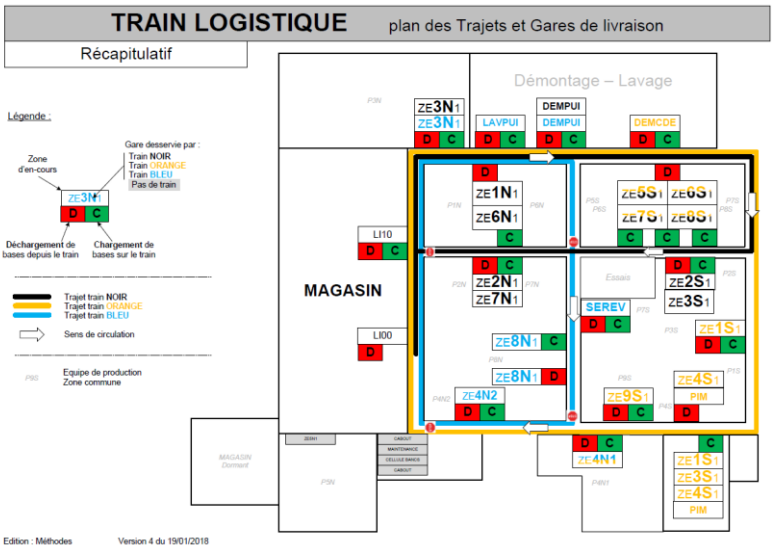


Figure 26 : Plan des trajets et des gares de livraison

De plus, il est fréquent de voir des BR stockées dans les gares d'arrivée et de départ ce qui oblige l'agent du train logistique à : encombrer davantage les

gares d'arrivée ou garder des BR dans son train, emprunter un trajet « pour rien » en pensant que des BR étaient prêtes à partir du fait de leur place dans la gare de départ, adopter des postures susceptibles d'être contraignantes pour manœuvrer les BR (torsions du tronc).

En outre, nous avons observé qu'il y avait parfois des BR stationnées dans des gares de départ en production avec la destination « Retour CT10 » ce qui ne serait « anormal » pour les agents du train logistique. Nous avons cartographié le flux physique de certaines pièces pour analyser des gaspillages grâce à une VSM (Figure 27).

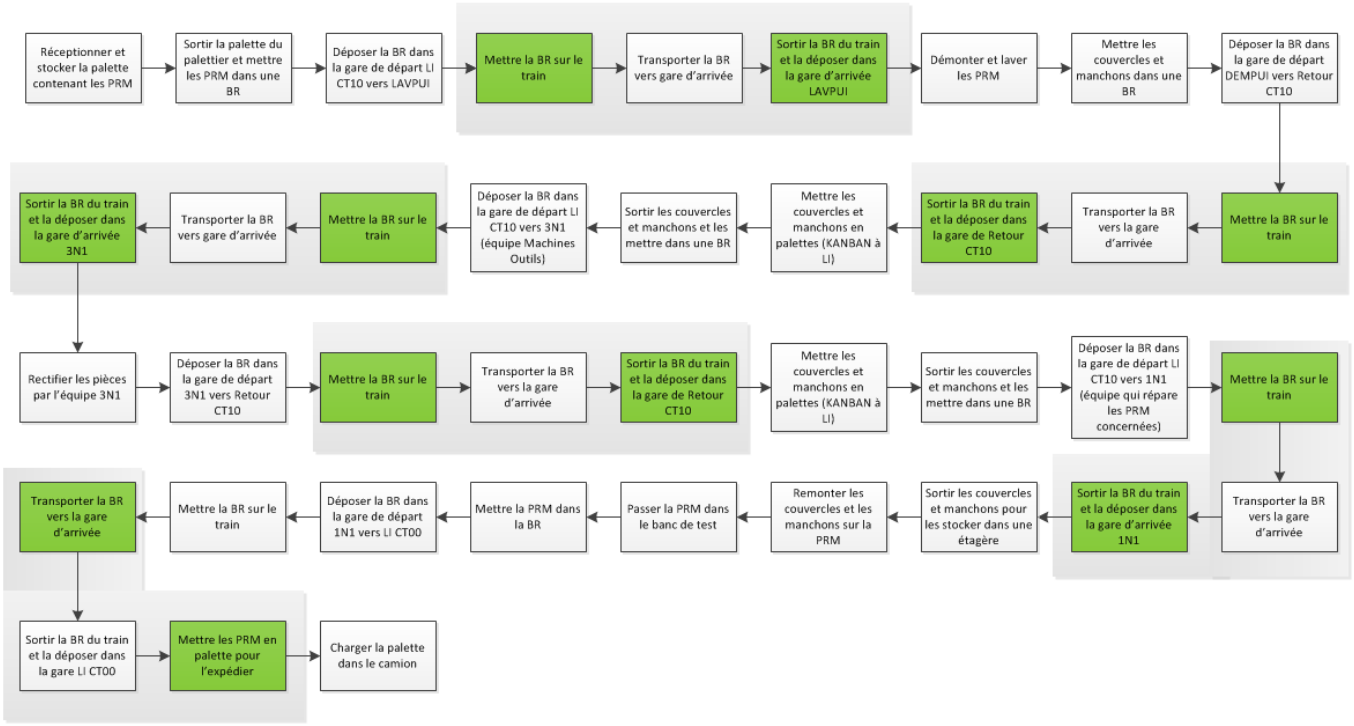


Figure 27 : VSM aménagée détaillant le flux physique des couvercles et manchons pour la réparation d'un bloc de freinage (CK7)

Légende : Les rectangles verts indiquent les manipulations de l'agent du « petit train » et les grands rectangles gris désignent l'utilisation du train logistique.

3. Pré-diagnostic

À travers ces différentes observations et les échanges avec les caristes, l'encombrement de certaines gares n'optimise pas la distribution des BR dans les gares. De plus, cela ne permet pas aux opérateurs d'être dans les meilleures conditions possibles pour manipuler ces BR en adoptant un effort moindre. Aussi, l'orientation des BR dans les gares de départ oblige les agents à réaliser deux manœuvres : un tirage puis une poussée pour accrocher la BR sur le

train. Ces paramètres pourraient avoir des répercussions sur la santé des salariés si l'effort réaliser pour mettre la BR en mouvement est trop important.

Le fait de ne pas avoir d'horaires de passage dans chaque gare n'incite pas les DPx à déposer les BR contenant les PRM à des horaires fixes permettant une régularité dans l'activité de l'activité, ce qui fluctue l'activité du train. N'ayant ni de modes opératoires, ni de standards, ni de moyen d'avoir une visibilité sur la production, les agents réalisent parfois du « patrouillage » en n'optimisant pas la capacité du train.

L'organisation de l'activité telle qu'elle est définie aujourd'hui impacte tous les agents mais davantage celui qui la réalise tous les jours de l'année. Revoir l'organisation de cette activité par des rotations plus fréquentes de ce poste, permettrait de réduire considérablement l'exposition de ces agents aux risques de l'activité.

Les processus de réparation de certaines PRM augmentent le nombre de manipulations de BR pour les agents, revoir les flux serait peut-être une solution pour diminuer la fréquence de celles-ci.

Nous verrons dans une étude approfondie qu'elle est la fréquence de manutention des BR et quel est l'effort nécessaire pour mettre les BR en mouvement et pourront quantifier le risque d'exposition aux TMS.

4. Etude approfondie de la situation de travail pour le diagnostic

A. L'analyse statistique de la masse des BR

L'objectif de l'analyse statistique est de ressortir des chiffres (nombre de BR pesées, masse moyenne, masse minimale, masse maximale) et ce en fonction de deux paramètres : le moment de la journée (matin / après-midi), le trajet emprunté par le cariste. Elles permettront de faire un état des lieux afin, si possible, d'en ressortir des actions et de comprendre (ou non) pourquoi les opérateurs se plaignent de cette activité de travail.

Afin d'obtenir des résultats représentatifs de masses en fonction des différents trajets existants et du moment de la journée, nous avons choisi de peser un maximum de BR (échantillon total : 180 BR) et ce, au milieu et à la fin de mois. Ces mesures ont été réalisées sur trois jours (un jour en milieu de mois ; deux jours en fin de mois) à l'aide d'un gerbeur équipé d'une balance. Nous avons emprunté un gerbeur aux agents CT00 chargés des expéditions pendant les creux de leur activité afin de ne pas perturber celle-ci.
Une fois les données brutes obtenues, nous les rentrons dans une feuille de calcul Excel. Un traitement de ces données sera nécessaire pour pouvoir les interpréter à l'aide de graphiques.

B. Application de la norme NF X 35-109

La norme française NF X 35-109 va nous permettre d'évaluer la manutention manuelle du cariste en obtenant des valeurs seuils de référence de forces qui détermineront la masse des BR à ne pas dépasser en fonction des conditions de l'activité.

Cette norme se base sur les normes ISO 11288 et EN 1005. Elle s'applique sur des activités de travail pour lesquelles il existe de la manutention manuelle de charges (levage, pousser/tirer, avec ou sans déplacement) ces dernières devant être supérieures à trois kilogrammes. Pour les manutentions de pousser/tirer, la norme est mise en pratique sur des engins équipés de roues. Elle doit être employée pour une population active c'est-à-dire âgée de 18 à 65 ans n'ayant pas de restriction médicale d'aptitude. En revanche, elle ne peut pas être utilisée pour des manutentions manuelles de personnes (par exemple : déplacement d'une personne âgée par une aide-soignante), ni pour des manutentions manuelles de charges en pente ou escalier.

Différents éléments relatifs à des limites de manutention manuelle sont pris en compte. En effet, des conditions de référence (ou conditions optimales) regroupent les conditions pour lesquelles une grande partie d'opérateurs ne sont, normalement, soumis à aucune contrainte : actions de poussée ou de tirage à deux mains d'un objet mobile pour déplacer une charge sur une distance de moins de 10 mètres avec une hauteur de poignées située entre 75 et 110 centimètres, à une fréquence de 1 fois toutes les 5 min. Le pousser/tirer s'effectue dans une ambiance thermique neutre, sur un sol dur, plat et non glissant, sans obstacle, dans un espace de travail permettant une position libre du corps (Tableau 1).

	Pousser/Tirer Force en daN							
Fréquence	2/min		1/min		1/5min		1/h	
	Force initiale	Force de maintien	Force initiale	Force de maintien	Force initiale	Force de maintien	Force initiale	Force de maintien
Valeur maximale sous conditions	15	9	20	12	24	15	27	17
Valeur maximale acceptable	12	6	16	8	19	9	21	10
Contrainte à risque minimum	6	4	8	5	10	6	11	7

Tableau 1 : Valeurs seuils de référence des forces en fonction de la fréquence des actions de pousser/tirer selon les zones de risques définies dans la figure 28

Des coefficients de correction (CC) sont établis pour obtenir des valeurs seuils de référence dans les conditions de travail de l'activité qui, en général, ne sont pas optimales. Les valeurs seuils de référence deviennent des valeurs seuils de référence corrigées. La démarche de correction demande une analyse préalable de l'activité afin de connaître tous les CC à prendre en compte. La valeur seuil de référence corrigée est calculée en faisant le produit de la valeur seuil de référence par les deux CC les plus faibles (Equation 2).

$$Valeur\ seuil\ de\ référence\ corrigée = valeur\ seuil\ de\ référence * CC1 * CC2$$

Équation 2 : Valeur seuil de référence corrigée

Les manutentions de charges sont déterminées par des zones de risques (Figure 28). Contrairement aux manutentions de levage (avec ou sans déplacement) de charges pour qui les zones de risques vont être délimitées par des valeurs maximales de masses en kilogrammes, les zones de risques pour les manutentions manuelles de charges en pousser/tirer vont, elles, être délimitées par des valeurs maximales de forces appliquées sur ces charges. Les forces sont exprimées en décanewtons.

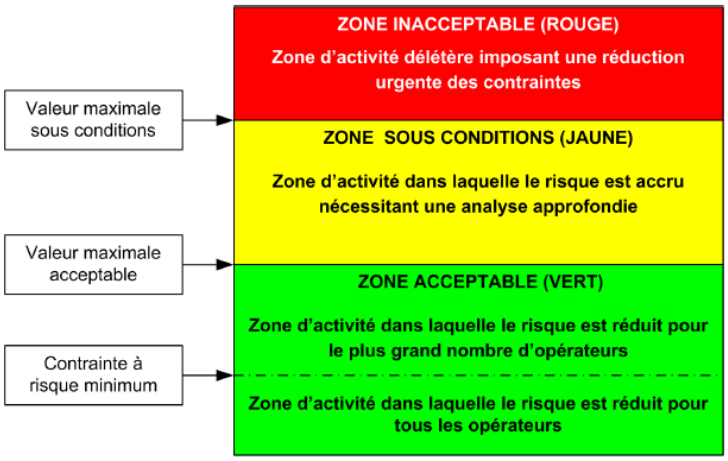


Figure 28 : Zones de risques définies en fonction des différentes valeurs seuils de référence

C. Mesures des forces exercées pour mettre les BR en mouvement

Des mesures de forces initiales ont été réalisées avec un dynamomètre (peson) sur un échantillon de BR et ce, pour trois situations :

- Décollement de la base sur un terrain plat (poussée)
- Décollement de la base sur un terrain plat (tirage)
- Décollement de la base pour l'accrocher sur le train (poussée sans élan)

Nous avons pris un échantillon de cinq BR ayant chacune des contenants différents :

- Base vide = 80 kilogrammes (kg)
- Base avec indicateurs P9S ≈ 95-100 kg
- Base double avec moteurs de portes ≈ 190-200 kg
- Base avec corps RZSS = 230 kg
- Base avec bras RZSS = 260 kg

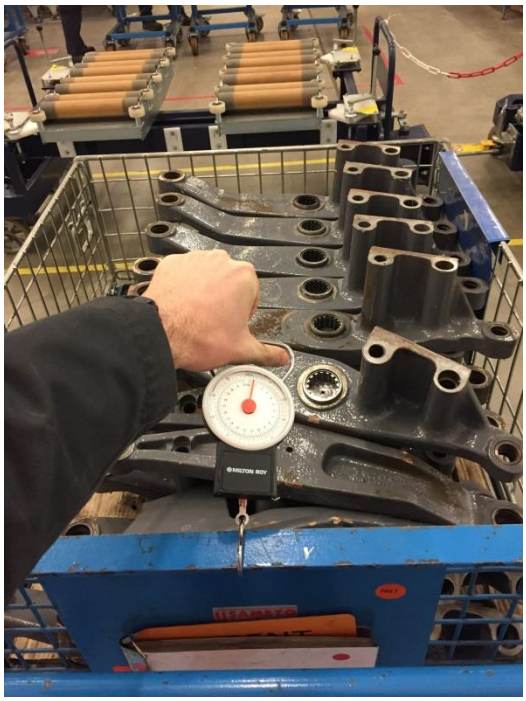


Figure 29 : Photographie de la prise de mesure de la force exercée sur une BR

La force de décollement a été mesurée cinq fois sur chaque BR avec les roues dans le sens du mouvement. Le principe est de saisir la poignée du peson à deux mains et de déplacer la BR sur un mètre en quatre secondes. Pour chaque essai, nous retiendrons la valeur maximale affichée par l'aiguille du dynamomètre qui sera arrondie au décanewton (daN) près.

D. Etude ergonomique de l'activité du « petit train » (2016)

En 2016, une étude ergonomique a été réalisée sur cette même activité de travail par le pôle Ergonomie de la Direction du Matériel.

Elle consistait à réaliser quatre séries de dix manipulations avec des charges différentes pour chaque série. Une manipulation correspond à trois phases :

- Décrochage de la BR du « petit train »
- Déplacement de la BR sur cinq mètres
- Accrochage de la BR sur ce « petit train »

Des mesures et évaluations de perception de l'effort ont été réalisées :

- La force de traction des BR s'est faite par un capteur de force relié à un enregistreur

- La FC de l'opérateur a été mesurée grâce à un cardiofréquencemètre :
    - La FC de repos de l'opérateur est la valeur de la FC la plus basse pendant à minima cinq minutes en position assise
    - La FC de travail est la FC mesurée lors des tests
- L'effort physique perçu lors de l'activité a été évalué à l'aide d'une échelle de 0 (aucun effort) à 10 (effort très très dur). Il a été demandé à l'agent à la fin de chaque série, d'indiquer le score pour quantifier l'effort global l'effort local (sur différentes articulations : membres supérieurs, tronc et genoux)

L'étude a été menée sur un seul agent logistique (homme de 50 ans, sédentaire, fumeur, FC de repos : 91 BPM). Plus tard dans ce mémoire, nous exposerons brièvement les résultats et ferons une critique de cette étude (Critique de l'étude ergonomique de l'activité du « petit train » (2016)).

Résultats et Discussion

1. Résultats et critique de l'analyse

A. L'immersion dans l'activité de travail

De cette immersion, nous remarquons une cadence différente pour chaque opérateur :

➔ Agent M : 38 manipulations à l'heure

➔ Agent R : 43 manipulations à l'heure

➔ Agent J-L : 74 manipulations à l'heure

Cet écart peut s'expliquer par le fait que :

- L'agent M (secrétaire du CHSCT) ait été sollicité par des agents de production pour des questions concernant les conditions de travail ou des problématiques diverses, ce qui a engendré quelques interruptions
- L'agent R ait donné de nombreuses informations à l'apprenti ergonome pour comprendre davantage l'activité
- L'agent J-L cherchait à finir la semaine plus tôt car les agents ont la possibilité de quitter le TI à 15h10 le vendredi

Après la réalisation d'observations de l'activité, l'immersion a permis de comprendre les conditions dans lesquelles travaillent les opérateurs, notamment en ressentant personnellement l'effort à réaliser pour mettre les BR en mouvement. De plus, elle a confronté l'apprenti à la réalité des problématiques de la situation de travail. Par ailleurs, un rapprochement avec les agents a été ressenti. En effet, le fait d'avoir réalisé l'activité une journée et demie avec eux, montre l'implication de l'apprenti ergonome dans sa volonté de comprendre ce que les agents vivent au quotidien. Cela rend sa parole plus légitime et objective dans la recherche de propositions de transformation.

En revanche, cette méthode d'analyse de l'activité demande du temps. De plus, elle n'est pas applicable pour toutes les activités de travail parce que l'apprenti ergonome ne dispose pas du geste métier et de l'organisation de l'opérateur.

B. Résultats de la VSM

Les secteurs concernés par la réparation de cette PRM étant très proches (Annexe 1 : Plan des équipes de production), nous ne comprenons pas pourquoi les manchons et couvercles ont besoin de revenir à deux reprises en CT10 pour être stockés avant d'être envoyés à l'équipe P1N pour être une nouvelle fois stockés avant d'être remontés sur la PRM. La VSM fait ressortir un processus long et non optimisé en termes de flux physiques car l'agent du train intervient six fois ce qui lui fait faire au minimum douze manipulations de BR.

D'ailleurs, les flux physiques d'autres PRM ne sont pas optimisés et l'idée serait de réaliser une VSM pour chacune d'entre elles afin de limiter les manipulations de BR par les agents du train tout en optimisant le remplissage de ce dernier.
Nous montrerons dans la partie proposition de transformation, la mise en place d'un *kanban* dans l'équipe 1N1 avec la VSM simplifiée du nouveau flux.

C. Résultat de l'analyse statistique

L'analyse des mesures fait ressortir une masse moyenne des BR de 142 kilogrammes pour tous les trajets confondus avec des masses qui varient en fonction des trajets, ce qui est normal car le trajet bleu correspond à des équipes de production réparant des pièces lourdes contrairement au trajet orange. Cependant, l'écart-type indique une forte variabilité des masses en raison de BR vides (masse égale à 80 kilogrammes) sur tous les trajets.

VENDREDI 18/05	TRAJET BLEU	TRAJET NOIR	TRAJET ORANGE	TOUS TRAJETS CONFONDUS
POIDS MOYEN DE LA BASE ROULANTE (EN KILOGRAMMES)	154,2	149,7	129,5	141,7
ECART-TYPE (EN KILOGRAMMES)	64,9	57,6	35,0	51,8
JEUDI 31/05 ET VENDREDI 01/06				
POIDS MOYEN DE LA BASE ROULANTE (EN KILOGRAMMES)	203,3	139,8	130,3	141,9
ECART-TYPE (EN KILOGRAMMES)	53,0	44,9	40,1	48,2

Tableau 2 : Valeurs moyennes et écarts-types des masses des BR en fonction du trajet et de la période dans le mois

Nous ne pouvons pas tirer de conclusion avec cette valeur de masse moyenne de la BR. Nous avons décidé d'approfondir cette analyse en observant comment sont réparties ces masses des BR en fonction du moment du mois et du trajet (Figure 30).

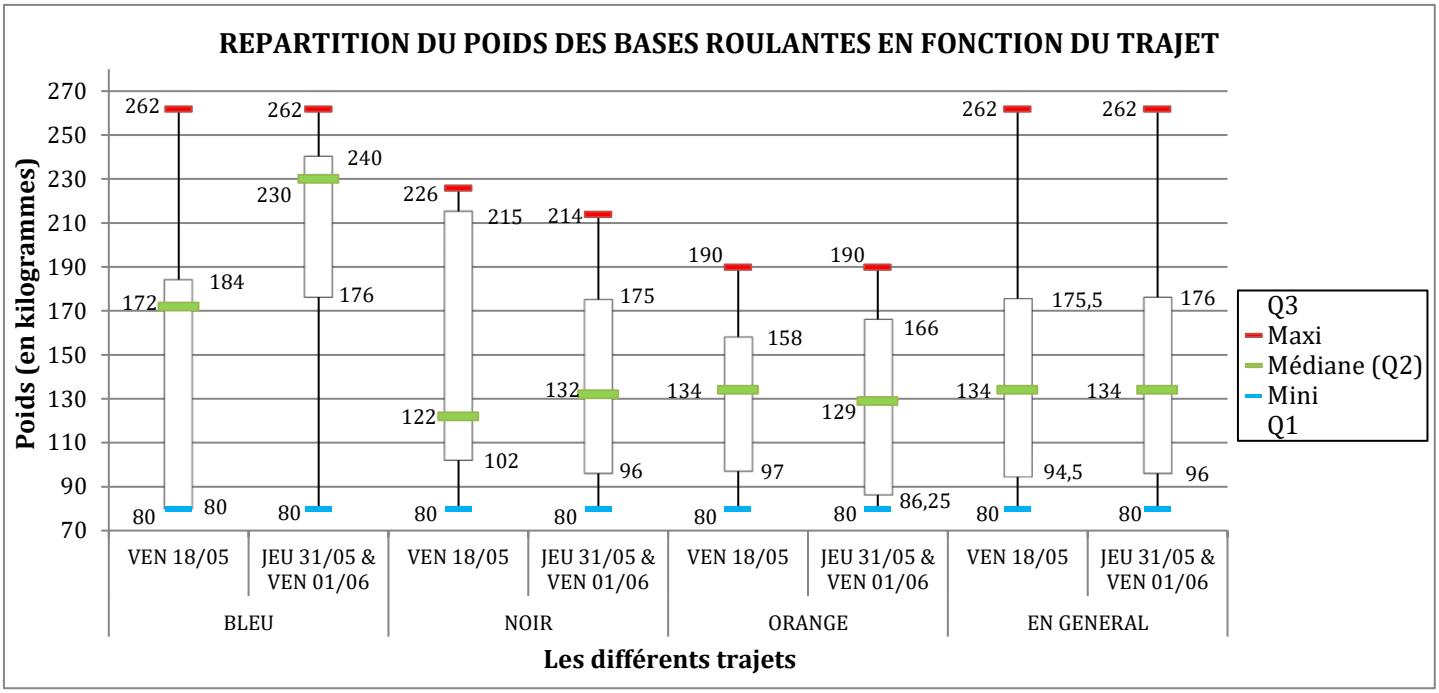


Figure 31 :« Boîte à moustaches » exposant la répartition du poids des BR en fonction du trajet et du moment de mois

Le déséquilibre de certaines « boîtes à moustaches » confirment la variabilité des masses notamment pour les trajets bleu et noir. De plus, nous observons que 15 % des BR pèsent plus de 200 kilogrammes (Figure 31).

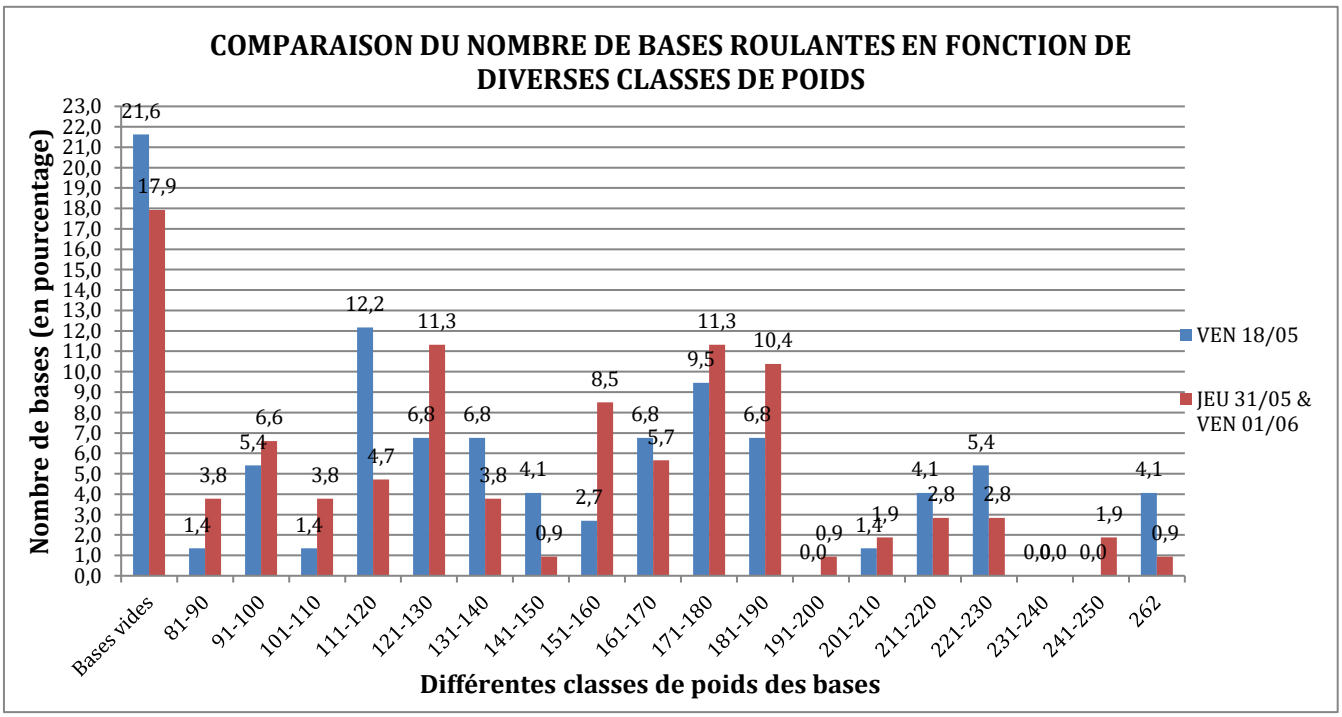


Figure 30 : Histogramme comparant le pourcentage des BR en fonction des classes de « poids »

D. Application de la norme NF X 35-109

Suite à l'analyse de l'activité, nous avons pu déterminer les coefficients de corrections (CC) à l'aide du tableau extrait de la norme (Annexe 2 : Tableau des valeurs des CC pour la manutention manuelle de l'activité du « petit train »). Pour calculer les valeurs de référence corrigées (Equation 2), il faut prendre les deux CC les plus pénalisants. Ici, CC1 = 1 et CC2 = 0,8.

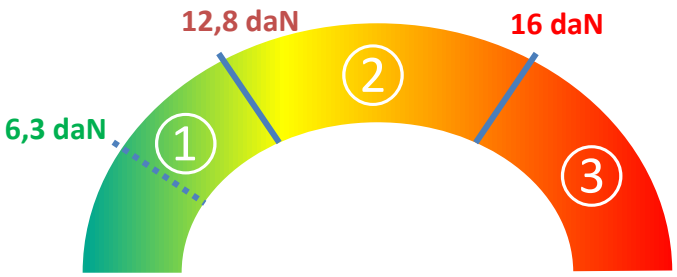


Figure 32 : Zones de risques définies en fonction des valeurs seuils de références (issues de la norme NF X35-109)

① : zone acceptable, ② zone sous conditions, ③ zone inacceptable

L'utilisation de cette norme a permis de déterminer des valeurs seuils de référence significatives des conditions de l'activité (Figure 32). Nous savons maintenant que réaliser un effort de plus 12,8 daN augmenterait le risque de poser des problèmes à certains opérateurs. De plus, effectuer un effort de plus de 16 daN exposerait très fortement les agents à un risque d'apparition de pathologie.

Il faut tout de même rester vigilant quant à l'interprétation de ces résultats. En effet, un logisticien qui réalise cette activité tous les jours, comme c'est le cas actuellement, en faisant des efforts inférieurs à 12,8 daN, peut également s'exposer à des risques d'apparition de pathologie. Avec les résultats de la mesure des forces exercées sur les BR, nous verrons les valeurs des forces qui sont exercées afin de permettre le mouvement des BR. Nous pourrons ainsi comparer ces résultats par rapport à la norme de manutention manuelle vue précédemment.

E. Résultat des mesures de forces

Pour rappel, cinq mesures ont été réalisées sur les trois types d'efforts pour chaque BR. Les valeurs obtenues ont été moyennées et retranscrites dans le tableau 3.

Contenant de la BR / Type d'effort	Base vide	Indicateurs 9S1	Moteurs de portes (base double)	Corps RZSS	Bras RZSS
Poussée	6 daN	7 daN	10 daN	11 daN	11 daN
Tirage	6 daN	7 daN	10 daN	11 daN	11 daN
Poussée sur train (départ au bord des rouleaux)	11 daN	12 daN	17 daN	18 daN	21 daN

Tableau 3 : Valeurs de forces exercées pour décoller les BR en fonction de différentes situations

Dans des situations pour lesquelles l'agent a suffisamment d'espace pour mettre la BR en mouvement, c'est-à-dire au minimum un mètre entre le point de départ et le train, les valeurs de poussée et de tirage de BR obtenues sont identiques. De plus, peu importe la masse de la BR, ces valeurs se situent dans la zone acceptable si l'on se réfère à la norme NF X 35-109. Toutefois, les masses plus lourdes (approchant les 200 kilogrammes) nécessitent tout même l'application d'une force avoisinant la valeur seuil de 12 daN.

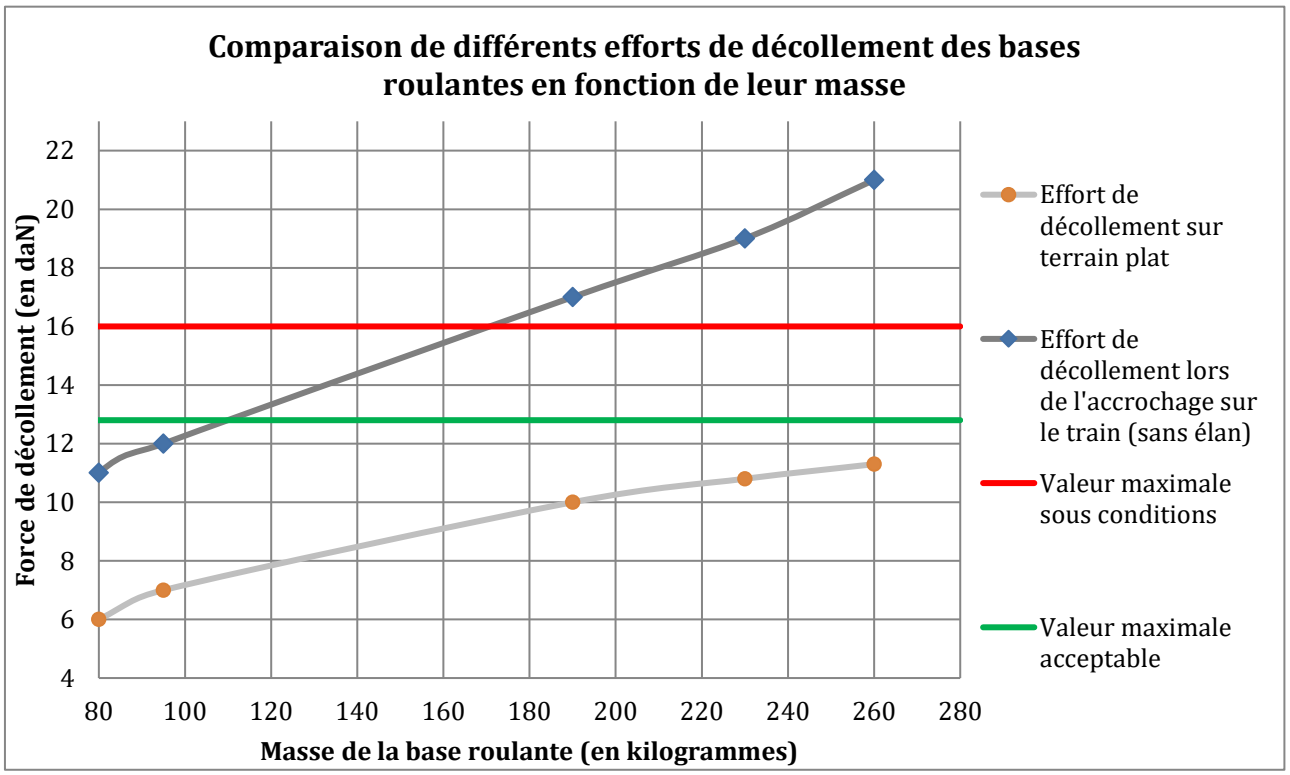


Figure 33 : Graphique comparatif des efforts de décollement des BR en fonction de leur masse et de la situation de référence (poussée sur terrain plat et poussée au bord du train)

Cependant, les valeurs d'efforts réalisés quand la BR est au bord du train, sont alarmantes. Sur les cinq BR testées, trois d'entre elles obligent l'opérateur à exercer une force de décollement supérieure à 16 daN (valeur maximale sous condition de la norme).

Cette valeur de 16 daN est dépassée à plusieurs reprises et ce, dans une seule situation avec deux conditions : dès que la base roulante est chargée au bord du train (sans élan) et qu'elle pèse plus de 180 kilogrammes (Figure 33). En comparant nos mesures avec les valeurs seuils de référence de la norme NF X 35-109, le graphique permet d'affirmer que mettre en mouvement les BR au bord du train engendre des efforts importants pour les agents.

Nous émettons des réserves quant à la précision du dynamomètre et à la lecture de la force lors de l'effort parce qu'il existe une marge d'erreur et de fiabilité de l'outil. Néanmoins, l'objectif est d'avoir un ordre de grandeur de la force exercée sur les BR permettant d'affirmer si la manutention des BR pose un problème ou non et ce dans quelles conditions.

2. Critique de l'étude ergonomique de l'activité du « petit train » (2016)

Les résultats de cette intervention ergonomique indiquent que l'activité de travail est contraignante. De plus, la variabilité des valeurs de l'effort exercé pour sortir la BR du train, ne nous permet pas d'avoir des données interprétables (Tableau 4). L'écart-type témoigne de cette variabilité des résultats.

Il nous paraît également difficile d'interpréter les résultats obtenus dans cette étude du fait d'une analyse réalisée sur un seul agent ayant des caractéristiques physiques propres et d'un protocole de mesure d'effort en pousser/tirer n'étant pas représentatif de l'activité de travail.

En outre, l'agent aurait ressenti des contraintes « dures » et « très dures » au niveau des genoux à partir d'une BR chargée à 93 kilogrammes. Mais rien dans le compte-rendu d'intervention nous en explique la cause.

N°	effort (N)			
	à vide	Charge : 93 kg	Charge : 182 kg	Charge : 245 kg
1	149,3	143,2	154,4	256,4
2	165,7	105,6	205,6	317,1
3	99,7	119,2	180,5	212,5
4	60,7	146,2	173,4	300
5	58,5	204,1	186,5	235,4
6	92,2	137,9	146,6	330,4
7	69,5	248,3	226,7	338,1
8	81	171,6	188,3	284,3
9	69,9	225,4	212,5	355,7
10	67,7	122,5	104,1	212,6
Moyenne	91,4	162,4	177,9	284,3
Ecart-type	37,4	48,4	35,8	52,6

Tableau 4 : Efforts produits par l'agent pour sortir la BR du train

3. Le diagnostic

Suite aux hypothèses émises dans le pré-diagnostic, nous pouvons confirmer certaines d'entre-elles (voir Pré-diagnostic). Les BR ne sont pas « trop lourdes » comme le soulignent les agents. En revanche, la situation dans laquelle les agents les accrochent sur le train est problématique, du fait d'un effort important exercé quand ils ne peuvent pas prendre suffisamment d'élan.

Cet effort expose les logisticiens à un risque « élevé » d'apparition de TMS concernant principalement les membres supérieurs et les lombaires. Cette situation peut être causée par :

- L'accrochage de la BR sur le train qui ne se fait pas toujours à la première tentative (pas simple de viser) et les agents ont tendance à « forcer » l'accrochage
- La surface restreinte de certaines gares de départ et d'arrivée
- La difficulté de manœuvrer les BR engendrant des rotations du tronc
- La disposition des BR dans les gares obligeant les agents à les tirer dans un premier temps puis à les pousser pour les accrocher sur le train
- Les postures adoptées par les agents lors des manipulations des BR
- L'organisation actuelle de travail

4. Propositions de transformation de l'activité

Suite à l'intervention, plusieurs idées, suggestions et propositions d'amélioration de l'activité et de la situation de travail nous viennent. Nous participerons à des réunions RITE ainsi que plusieurs TOP 5' de l'équipe CT00 pour réfléchir avec les agents, l'ATMM et un ingénieur Méthodes Process, à un maximum de transformations possibles de l'activité. Une fois les modifications faites, nous les présenterons ensuite ces modifications directement sur le terrain ou lors de TOP 5' avec l'équipe logistique.

A. Réaménagement de certaines gares

Revoir l'implantation des gares permettrait de diminuer le nombre de manipulations des BR par les opérateurs. En effet, le fait d'orienter les BR de façon à ce qu'elles soient directement prêtes à être accrochées sur le train, éviterait la juxtaposition d'actions de tirage et de poussée au profit d'une seule poussée. Pour cela, nous avons installé un marquage au sol type « starting-blocks » pour indiquer aux opérateurs l'endroit auquel il faut placer les roues avant de la BR. Nous avons pensé à laisser un espace suffisant entre les BR, pour que l'agent du train puisse accéder à la BR afin de la pousser. La figure 34 présente le réaménagement réalisé en salle d'essais :

NB : La photo de la situation avant la modification ne reflète pas réellement comment étaient disposées les BR dans la gare. En effet, elles étaient placées entièrement dans la zone verte (collées à la bande jaune et noire visible sur la Figure 34) pivotées à 180 degrés.

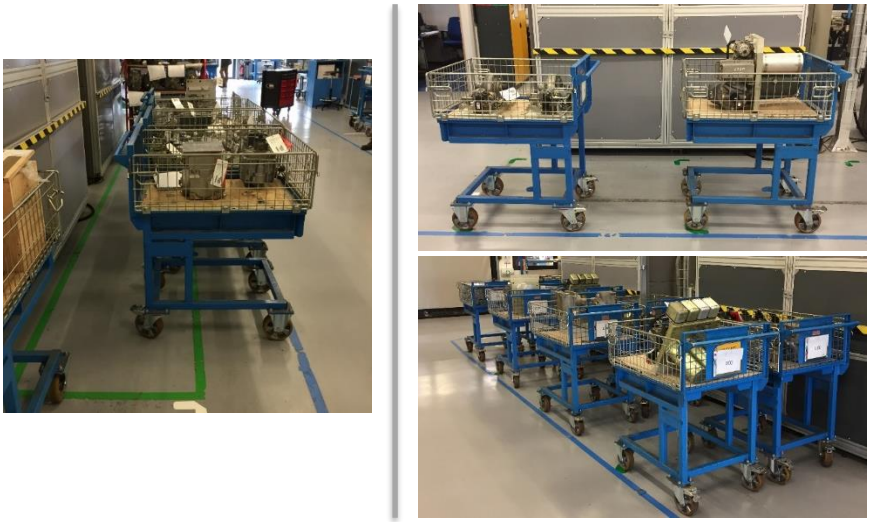


Figure 34 : Photographies du réaménagement de la gare de départ salle d'essai (Avant : photo de gauche / Après : photos de droite)

Aussi, il faut sensibiliser les DPx et les agents de l'équipe concernée par la modification de la gare pour que cela soit mis en place rapidement et correctement. Une intervention lors de leur TOP 5' et un A3 (Figure 35) a été créé et placé à proximité de la gare.

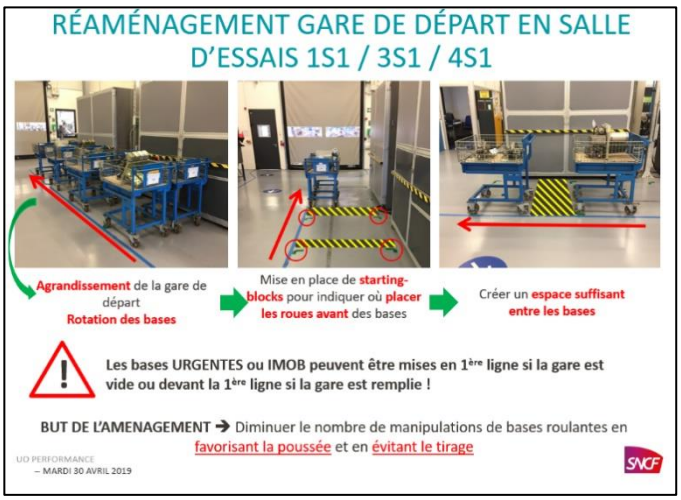


Figure 35 : A3 expliquant la transformation de la gare et le nouveau fonctionnement de l'encours

B. Faciliter l'accrochage des BR sur le train

Comme nous l'avons dit précédemment, l'accrochage de la BR sur le train est l'action la plus contraignante pour les agents d'autant plus s'ils n'ont pas suffisamment d'élan ou s'ils ne l'accrochent pas du premier coup à cause d'une collision. Plusieurs solutions ont été pensées par le service des Méthodes Process qui sont de :

- Filmer les agents lors de l'accrochage sur le train et/ou avec collision et de les confronter à leur manière d'accrocher la BR sur le train à l'aide de vidéos (entretiens d'auto-confrontation)

- Sensibiliser les agents sur cette exposition aux risques TMS suite à cette auto-confrontation
- Montrer aux agents, directement sur le terrain, qu'après une collision, la manipulation peut se faire dans un effort moindre. Pour cela, il faut :
    - Reculer de deux mètres environ avec la BR
    - Se replacer dans l'axe des rouleaux
    - Fléchir légèrement les jambes pour utiliser les muscles puissants du corps
    - Pousser la BR
    - Accompagner celle-ci jusqu'à l'accrochage
- Trouver un système à assistance pour aider la montée de la BR. Par exemple, un système de rouleaux électriques serait judicieux. Une prise de contact avec le fournisseur du train a été réalisée, nous sommes sans réponse après plusieurs relances

C. Participer aux exercices préparatoires au poste de travail

Une démarche de prévention des TMS a été lancée en 2018 dans certains services du TI de Rennes, sous la forme d'exercices préparatoires au poste de travail.

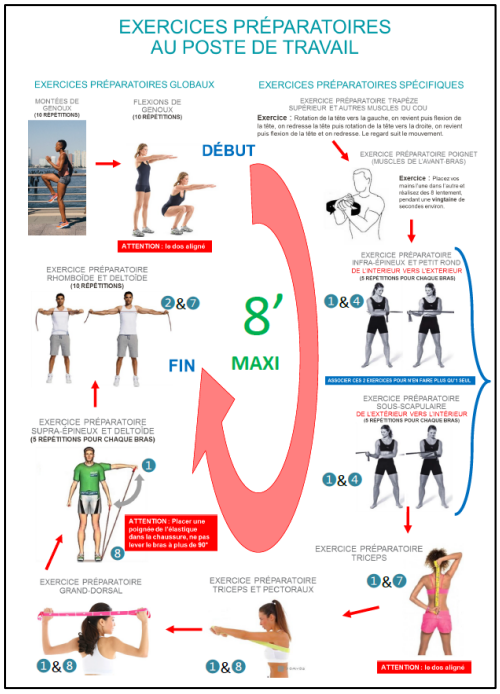


Figure 36 : Support A3 des exercices préparatoires pour des activités de manutentions logistiques

Suite à l'observation de l'activité, les exercices sont déterminés en fonction des zones corporelles sollicitées et des capacités physiques de chacun. C'est sous la forme d'une démarche participative avec les opérateurs et l'apprenti ergonome que les exercices sont choisis. Pour être accepté du cadre managérial, de la direction et même des agents, il faut que cette série d'exercices ne dépasse pas dix minutes.

De plus, trouver des exercices ludiques avec la mise à disposition d'un élastique à un double intérêt :

- Adhérer un maximum d'agents
- Prévenir d'avantage les TMS du fait que ces exercices se basent sur du renforcement musculaire. Cette méthode de musculation diminuerait la sévérité des épisodes lombalgiques et la gêne lors des activités (Bell et Burnett, 2009), ainsi que les douleurs lombaires (Verfaille et coll., 2005)

Ce matériel est un outil intéressant car il est fréquemment utilisé dans la médecine de réadaptation et dans l'amélioration de la santé pour la formation de résistance [Zion et *al*., 2003 ; Ribeiro et *al*., 2009 ; Colado et *al*., 2010). Il s'agit également d'un outil peu coûteux, facile à stocker et à utiliser.

Nous conseillons donc fortement à l'agent du « petit train » de participer à ces exercices préparatoires qui ont lieu tous les matins.

D. Mise en place d'un *kanban* pour optimiser le flux de PRM

Mettre en place un système de stockage *kanban* à l'intérieur des secteurs de production permet de limiter les stocks en logistique et donc réduire les coûts associés. De plus, cette installation réduit les délais du fait qu'elle nécessite moins d'interventions des agents logistiques pour l'approvisionnement des pièces.



Figure 37 : Système de *kanban* mis en place dans le secteur P1N pour la gestion du stock de manchons et couvercles

De plus, à l'aide d'une VSM simplifiée (Figure 38), nous pouvons comparer le flux précédent avec le flux présent depuis la mise en place du *kanban*.

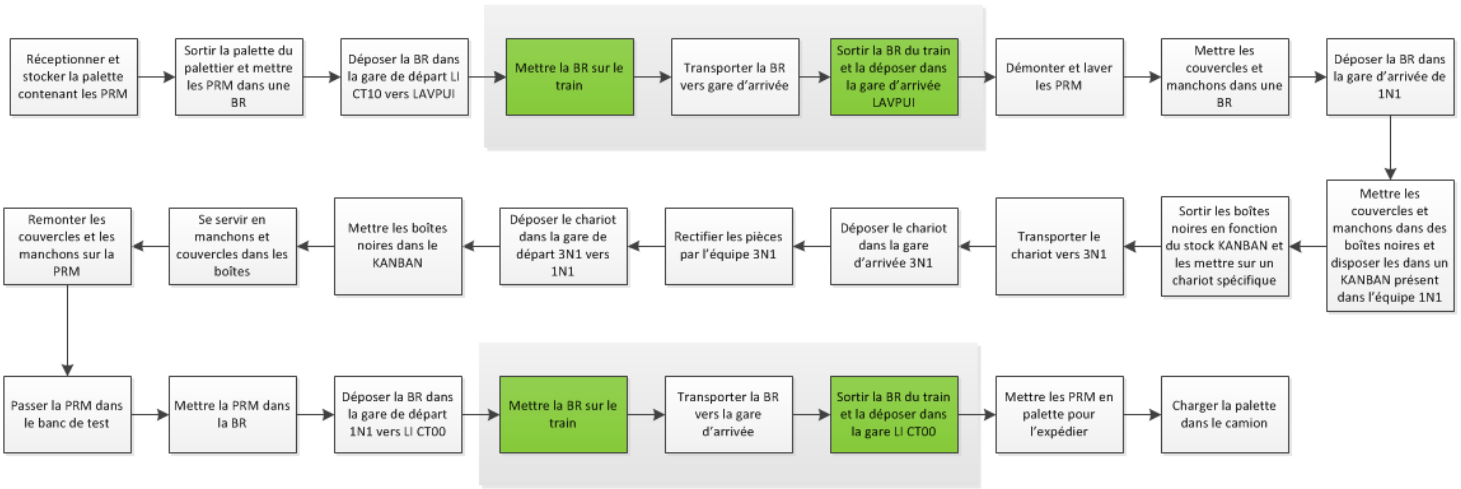


Figure 38 : VSM montrant le flux physique des couvercles et manchons pour la réparation d'un bloc de freinage (CK7) après la mise en place d'un système kanban

Légende : Les rectangles verts indiquent les manipulations de l'agent du « petit train » et les grands rectangles gris désignent l'utilisation du train logistique.

Après la mise en place de cet aménagement, nous pouvons donc observer que l'agent du « petit train » n'intervient plus que deux fois contre six fois avant. Cela réduit le nombre de manipulations en passant de douze manutentions contre quatre actuellement tout en optimisant le rendement du train.

E. Revoir l'organisation de l'activité (rotation de poste) : « Ergorotation »

Face à ce résultat, le cadre managérial se voit alors dans l'obligation de réfléchir à une nouvelle organisation qui permettrait aux agents logistiques de tourner sur ce poste du petit train. En effet, étant donné que tous les agents du magasin de LI sont habilités à conduire le train, il suffirait de mettre un agent différent chaque jour sur ce poste, ce qui soulagerait considérablement les agents assignés régulièrement à cette tâche.

En suivant le concept « d'ergorotation » de PSA (voir Vers une démarche participative de la réorganisation de l'activité), nous pouvons supposer qu'alterner une activité sollicitant les membres supérieurs telle que le « petit train » avec une activité sollicitant d'autres zones corporelles pourrait être judicieux. Ainsi, il faudrait mesurer la dépense énergétique de chaque activité logistique afin de trouver une organisation équilibrée. Cela nécessite un travail de planification supplémentaire de la part de la hiérarchie mais qui se fera ressentir sur la motivation, la santé et la performance des agents.

Il faudra évidemment que tous les agents soient formés à la fois à l'activité du « petit train » mais également aux autres activités logistiques pour que ces rotations de postes soient possibles. Développer les compétences de ses salariés est une bonne stratégie managériale qui permet d'augmenter la motivation de ceux-ci et optimiserait la performance.
De plus, permettre ces rotations de poste permet de contrer une certaine monotonie à laquelle la plupart des opérateurs sont actuellement confrontés, et de manière sous-jacente préserver le personnel des risques psychosociaux (RPS).

F. Cadencer et standardiser l'activité du train logistique pour optimiser la performance

Lors de nos observations, nous avons remarqué que la charge de travail de cette activité n'est pas constante à cause de pics et de creux d'activité. De plus, le fait que le train ne soit pas cadencé entraine également des variations de la charge de travail. Créer un standard et cadencer le train permettrait de lisser l'activité et d'optimiser le rendement du train.
Aussi, attribuer des heures de passage à chaque gare obligerait les DPx à déposer les BR dans les gares de départ mais également d'éviter de les retenir trop longtemps en production. Cela améliorerait nettement le flux de BR qui est une problématique de l'établissement. En effet, certaines d'entre-elles servant actuellement de lieu de stockage de PRM dans l'atelier sont monopolisées, et par conséquent non optimisées.

Il faut en revanche créer une cadence modérée qui n'induit pas une augmentation de la charge de travail de l'agent du train. La détermination d'une cadence nécessite des mesures tel que l'horodatage. Pour l'activité du « petit train » nous pourrons choisir un horodatage de 20 ou 25 minutes.

La standardisation de l'activité peut se faire à l'aide d'une nouvelle application digitale s'inscrivant dans le projet Usine du futur. Il s'agit de l'outil MANUT, disponible sur tablette et smartphone qui permettra de communiquer informatiquement entre la logistique et la production. En effet, les DPx pourront indiquer que des BR sont disponibles en gare de départ pour être envoyées vers une gare d'arrivée. Les agents logistiques et les DPx seront formés à cette application pour l'utiliser à bon escient.

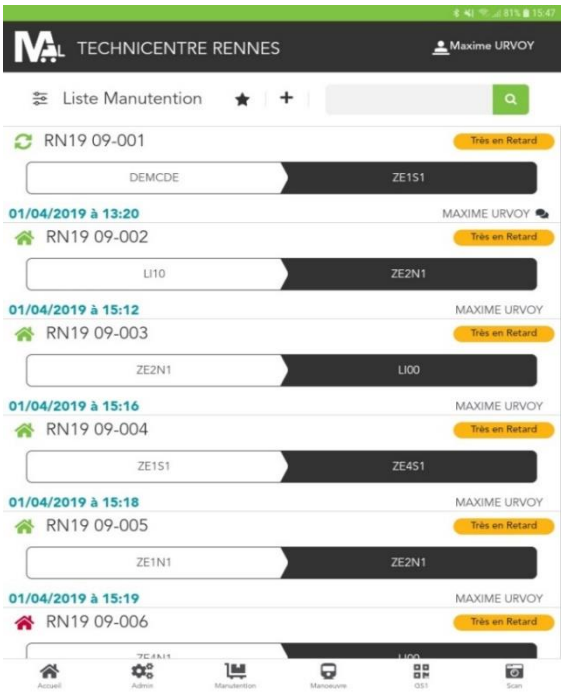


Figure 39 : Interface de l'outil MANUT par l'agent du train logistique indiquant la liste des BR en transit et en stationnement dans les gares

Conclusion & Perspectives

La démarche d'intervention ergonomique présentée dans ce mémoire se porte sur une activité de travail de manutention manuelle de charges en pousser/tirer. Cette intervention est la résultante de la volonté hiérarchique d'optimiser la performance de ce poste. Face à cette volonté, des remarques venant des opérateurs, qui considèrent que cela augmenterait considérablement leur charge de travail et de manière sous-jacente, leurs douleurs physiques, apparaissent. Il s'agira alors d'essayer de ne léser personne tout en répondant au souci de performance induit par la direction.

L'analyse de l'activité permet l'émergence d'observations directes de l'activité en question mais également de recueillir des informations supplémentaires suite à des entretiens exploratoires. En parallèle, des mesures de forces exercées sur les bases roulantes (BR) sont réalisées, permettant ainsi de quantifier et d'objectiver les données recensées. Ainsi, l'objectif visé par cette intervention était de comparer les changements qu'induirait cette évolution en termes de charge physique de travail, mais également d'identifier les causes probables des douleurs et d'y proposer des pistes de remédiations.

Les résultats font émerger des problèmes de gestion du flux, et ce, observés notamment par l'utilisation d'une cartographie VSM. Pour cela, nous proposons la mise en place d'un système de stockage *kanban* à l'intérieur des secteurs de production qui permet de limiter les stocks en logistique. Finalement, des résultats obtenus, ressort principalement que c'est la phase d'accrochage des BR sur le petit train qui pose problème, étant notamment à l'origine de TMS. De ce fait, des aménagements des gares de stationnement des BR ont été revues. Ainsi, toutes ces remédiations diminuent d'ores-et-déjà la fréquence de manutention des BR.

Toutefois, nous ne devons pas occulter le fait que les résultats obtenus sont peu généralisables, notamment en termes d'impact sur les opérateurs, du fait que l'étude se soit basée sur les opérateurs qui occupent actuellement le poste et qui ont des caractéristiques qui leurs sont propres.

Dans des perspectives futures, il s'agira alors de mettre en place toutes les propositions de remédiations proposées et d'en mesurer leurs effets. Il s'agira alors de faire émerger leurs bénéfices et limites, notamment concernant leur faisabilité, leur coût, etc.

Bibliographie / Sitographie

Arbulu R., Tommelein I., Walsh K., Hershauer J., Value stream analysis of a reengineered construction supply chain, *Building Research & Information*, 31:2, 161-171, 2003.

Beaulieu M., Roy J., Organisation de la chaîne logistique et productivité des entreprises, *Centre sur la productivité et la prospérité*, HEC Montréal, 2009.

Bourgeois F., Que fait l'ergonomie que le lean ne sait pas / ne veux pas voir ?, *Activités*, 9-2, 2012.

Bourgeois F., Gonon O., Le *lean* et l'activité humaine, *Activités*, 7-1, 2010.

Bruère S., Travail d'organisation du lean manufacturing et santé : à la source des risques, *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, 14-2, 2012.

Coutarel F., Petit J., Prévention des TMS et développement du pouvoir d'agir, In Falzon P., *Ergonomie Constructive*, 2013.

Coutarel F., Daniellou F., Dugué B. « Interroger l'organisation du travail au regard des marges de manœuvre en conception et en fonctionnement. La rotation est-elle une solution aux TMS ? Conception et organisation du travail dans les abattoirs en France », *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, n°5-2, 2003.

Lyonnet B., Amélioration de la performance industrielle : vers un système de production Lean adapté aux entreprises du pôle de compétitivité Arve Industries Haute-Savoie Mont-Blanc. Autre. Université de Savoie, 2010.

Hohmann C., *Lean Management : Outils, Méthodes, Retours d'expériences, Questions/réponses*, Eyrolles, 2012.

Morais A., Ergonomie interne et performance de l'entreprise : exemple du lean manufacturing, 2009.

Morais A. et Aubineau R., Articulation entre l'ergonomie et le lean manufacturing chez PSA, *Activités*, 9-2, 2012.

Roussel P., La motivation au travail – concept et théories, *Les grands auteurs en GRH*, Editions EMS, 2000.

Van Belleghem L., Simulation organisationnelle : innovation ergonomique pour innovation sociale. Dans M.-F. Dessaigne, V. Pueyo et P. Béguin (s/d), *Innovation et Travail : Sens et valeurs du changement. Actes du 42ème congrès de la SELF*, 2012.

Verfaille, S., Delarue Y., Demangeon S., Beuret-Blanquart F., Évaluation à quatre ans d'un programme de reconditionnement à l'effort pour lombalgie chronique, *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique* 48, n°2 : 53-60. 2005.

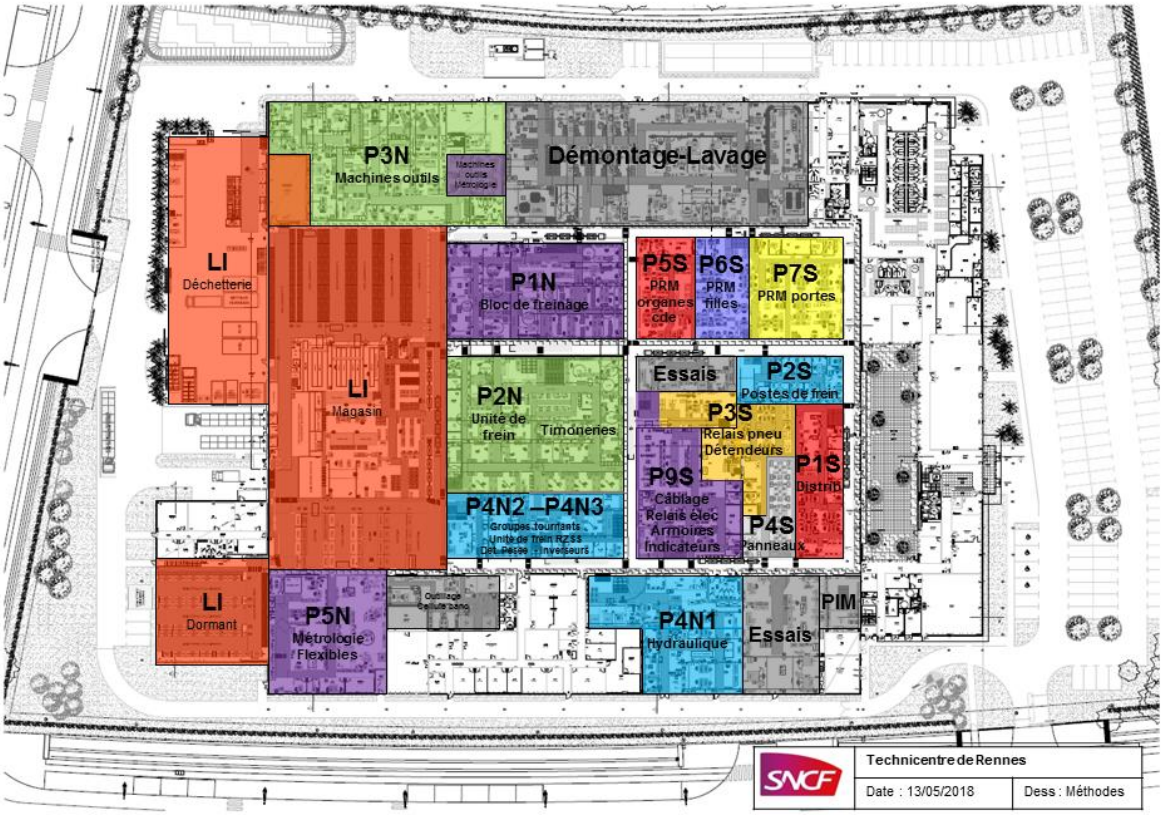
Vezina N., Chatigny C., Calvet B., L'intervention ergonomique : que fait-on des caractéristiques personnelles comme le sexe et le genre ?, *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, n°18-2, 2016.

INRS

SNCF

WIKILEAN

Annexe 1 : Plan des équipes de production



Annexe 2 : Tableau des valeurs des CC pour la manutention manuelle de l'activité du « petit train »

A) Hauteur d'application de l'effort (prise/dépose et pousser/tirer) :		
conditions acceptables pour la position des mains 0,75-1,10 m		1
conditions sous contraintes comprises 0,40-0,75 m ou 1,10-1,40 m		0,8
conditions particulières < 0,40 m ou > 1,40 m[2]		0,4
B) Distance de déplacement :		
Transport manuel de charge	Pousser / Tirer	
≤ 2 m	< 10 m	1
de 2 m à 5 m	10-30 m	0,8
de 5 m à 10 m	30-60 m	0,6
> 10 m	> 60 m	0,2
C) Autres conditions d'exécution de la tâche : Les conditions considérées comme défavorables sont : contenant sans poignées ou poignées inadaptées (voir NF EN 1005-2+A1, paragraphe 4.3.2.1.4), torsion du tronc, profondeur de prise > 0,40 m (localisation horizontale), hors zone d'atteinte, une ou plusieurs contraintes concernant la posture/position du corps, charge instable, visibilité limitée du fait de la charge, roulettes pivotantes inadaptées/inadéquates pour le pousser/tirer, absence de freins		
aucun facteur défavorable		1
un facteur défavorable		0,8
plusieurs facteurs défavorables		0,7
D) Conditions d'environnement de la tâche : Les conditions considérées comme défavorables sont : contraintes thermiques, acoustiques, lumineuses, vibrations, poussières, sols dégradés, encombrement, obstacles, espaces inadéquats pour manœuvrer, état du chariot.		
aucun facteur défavorable		1
un facteur défavorable		0,8
plusieurs facteurs défavorables		0,7
E) Conditions d'organisation de la tâche : Les conditions considérées comme défavorables sont notamment : contraintes de temps, marge de manœuvre réduite, multiplicité des tâches, exigences qualité :		
aucun facteur défavorable		1
un ou plusieurs facteurs défavorables		0,9

RESUMÉ

L'objectif de cette étude est d'améliorer, par l'optimisation du couple santé et performance, les conditions de travail des agents logistiques réalisant la distribution des pièces réparables du Matériel (PRM) au Technicentre industriel SNCF de Rennes. En préalable à la présentation de la démarche d'intervention ergonomique retenue, un état de l'art de la méthode du Lean dans le secteur industriel et de son articulation possible avec l'ergonomie a été effectué. Dans un premier temps, la démarche d'intervention ergonomique s'appuie sur l'analyse de l'activité du train logistique dans sa situation de travail, afin de comprendre les effets de l'activité sur les agents. Dans un second temps, elle s'articule autour des problèmes que cette activité sous-tend en termes de performance optimale et d'exposition des opérateurs aux risques d'apparition de troubles musculosquelettiques (TMS). Dès lors, l'étude se centre sur l'analyse de la charge physique de travail en mesurant les forces exercées par les agents et sur l'optimisation des flux liés à cette activité. Les résultats obtenus montrent une activité de travail contraignante, notamment lors de l'accrochage des bases roulantes sur le « petit train », pouvant générer des TMS. Toutefois, dans ce cas particulier, ces résultats sont peu généralisables en raison du faible nombre de sujets observés et de la diversité de leurs profils. Des améliorations qui permettraient d'optimiser le flux des PRM sont tout de même sur le point d'aboutir (application MANUT). Il en est de même pour les aménagements matériels avec la mise en place de Kanban, le réaménagement des gares et l'orientation des bases roulantes. Ces transformations doivent permettre de limiter les stocks et les manutentions mais il est encore trop tôt pour pouvoir évaluer les bénéfices et les limites de ces aménagements.

Mots clés : Intervention ergonomique – Performance – Analyse des flux – troubles musculosquelettiques – Système Lean

ABSTRACT

The main characters of this study are logistics agents distributing repairable parts at the Technicentre industrial SNCF de Rennes. Its aim is to improve their work conditions through the optimisation of the health and performance ratio. After a review of the Lean method widely used in the industrial sector and its possible link with ergonomics, the ergonomic intervention approach is developed. First, this approach is based on the analysis of the logistics train in its working situation in order to understand its effects on agents' health. Then, it highlights challenges of optimal performance and exposure of operators to musculoskeletal disorders (MSDs) risks. Finally, the study focus itself on the analysis of the physical workload by measuring the strengths exerted by the agents and on flows optimisation related to this activity. Its results feature a constraining work activity, especially while agents attach the rolling bases to the "little train", which can generate MSDs. However, in this particular case, the results obtained cannot be generalised due to the small number of subjects observed and to the diversity of their profiles. Yet, improvements which would enable the optimisation of the flow of repairable parts (MANUT application) are about to be completed. Others enhancements are expected thanks to the upgrade of some equipment such as the installation of Kanban, the redevelopment of stations and the orientation of rolling bases. These transformations should facilitate to limit stocks and handling, but it is too early to assess its benefits and limits.

Key words : Ergonomic intervention – Performance – Flow analysis – Musculoskeletal disorders – Lean Management