

15/05/2023

Christophe Mundutéguy

Univ Eiffel/Ame/Splott

# Du réel au modèle et vice-versa ? REX d'une RO

Le cas du développement d'un outil d'aide pour la gestion des ressources humaines dans un entrepôt logistique

# PLAN

## 1. Introduction

- i. L'emploi et les données de santé dans le secteur de la logistique
- ii. La pénibilité dans le secteur de la logistique: petit focus sur les troubles musculosquelettiques
- iii. Le projet AGIRE

## 2. La recherche

Le projet, l'entreprise, l'entrepôt et les agents

## 3. Méthodologie

- i. Du recueil des données de production à la production de données par les observations
- ii. La mesure de la pénibilité
- iii. Les entretiens pour questionner les différents mondes de l'entrepôt

## 4. Quelques résultats

## 5. Question de points de vue

La pénibilité sous le prisme de la pluridisciplinarité, sa prise en compte et sa modélisation

## 6. Discussion

- i. Quid de la modélisation ?
- ii. Comment faire travailler ensemble les « mondes » de la recherche ?

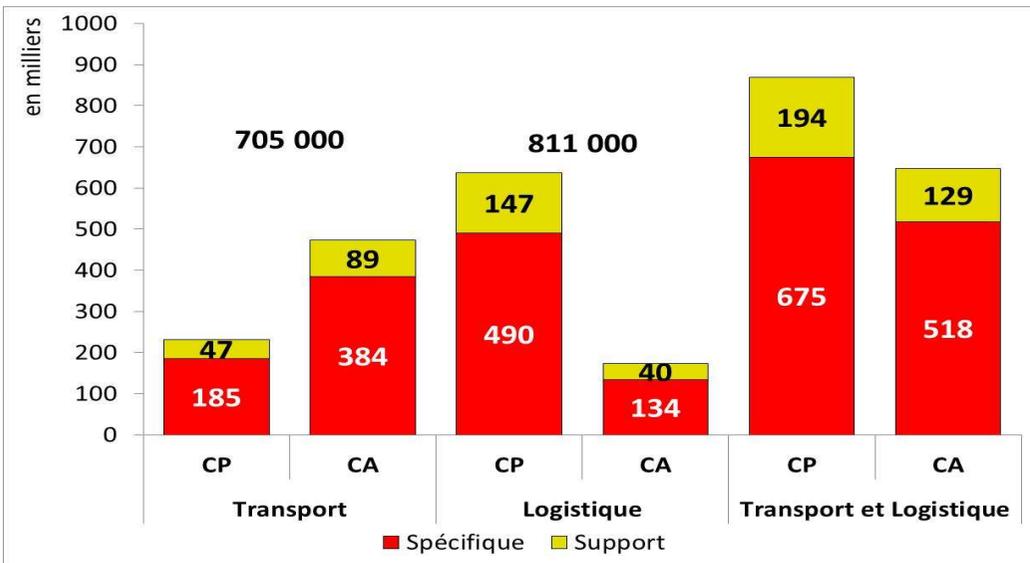




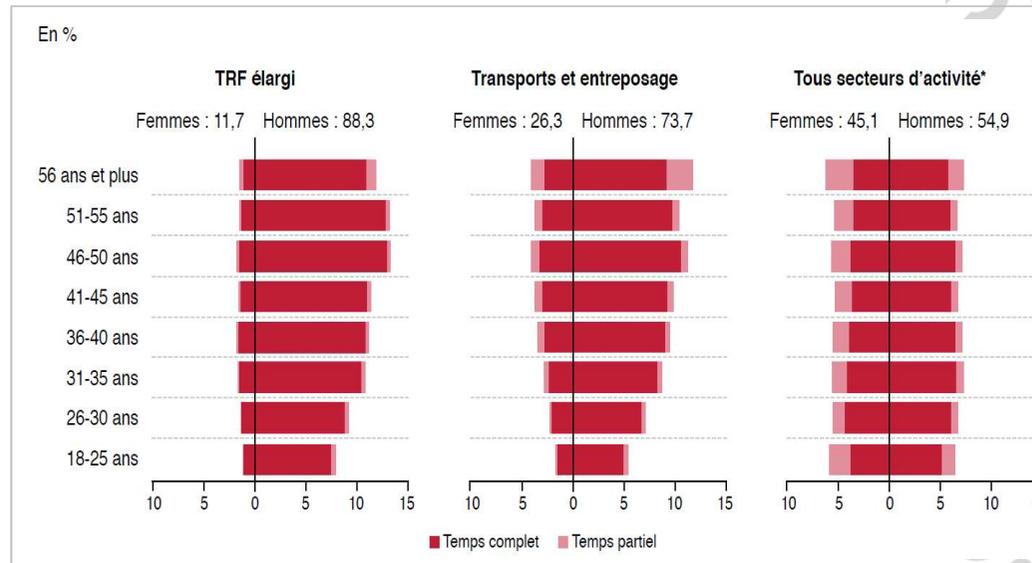
# **INTRODUCTION**

# L'emploi dans le transport de marchandises et la logistique

## Une progression continue et importante



Effectifs salariés en 2004



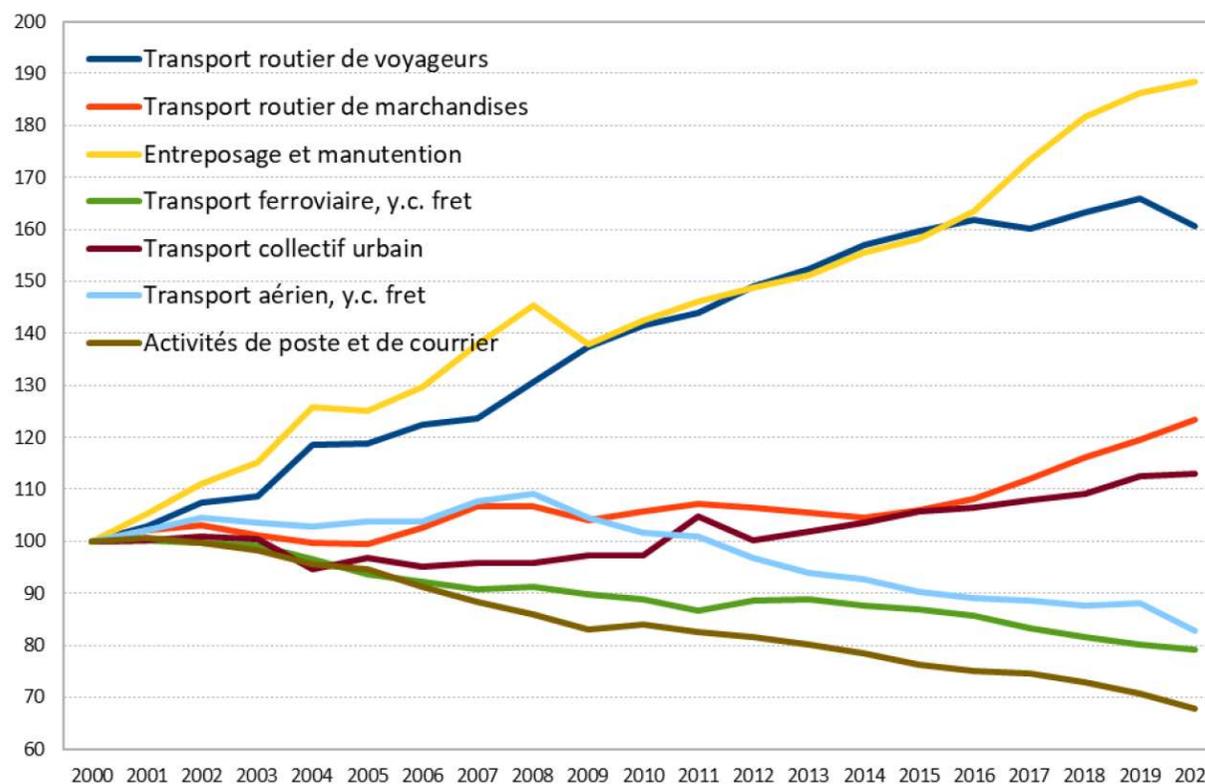
Pyramide des âges des salariés au 31/12/2019

En 2019  $\mu = 43,1$  ans (2,5 ans de plus que la moy. de l'ensemble des salariés du secteur privé

Plus de 30%  $\geq 50$  ans

# L'emploi dans la logistique

## Une progression continue



Evolution de l'effectif salarié par secteur d'activité depuis 2000  
 (en indice base 100 en 2000)

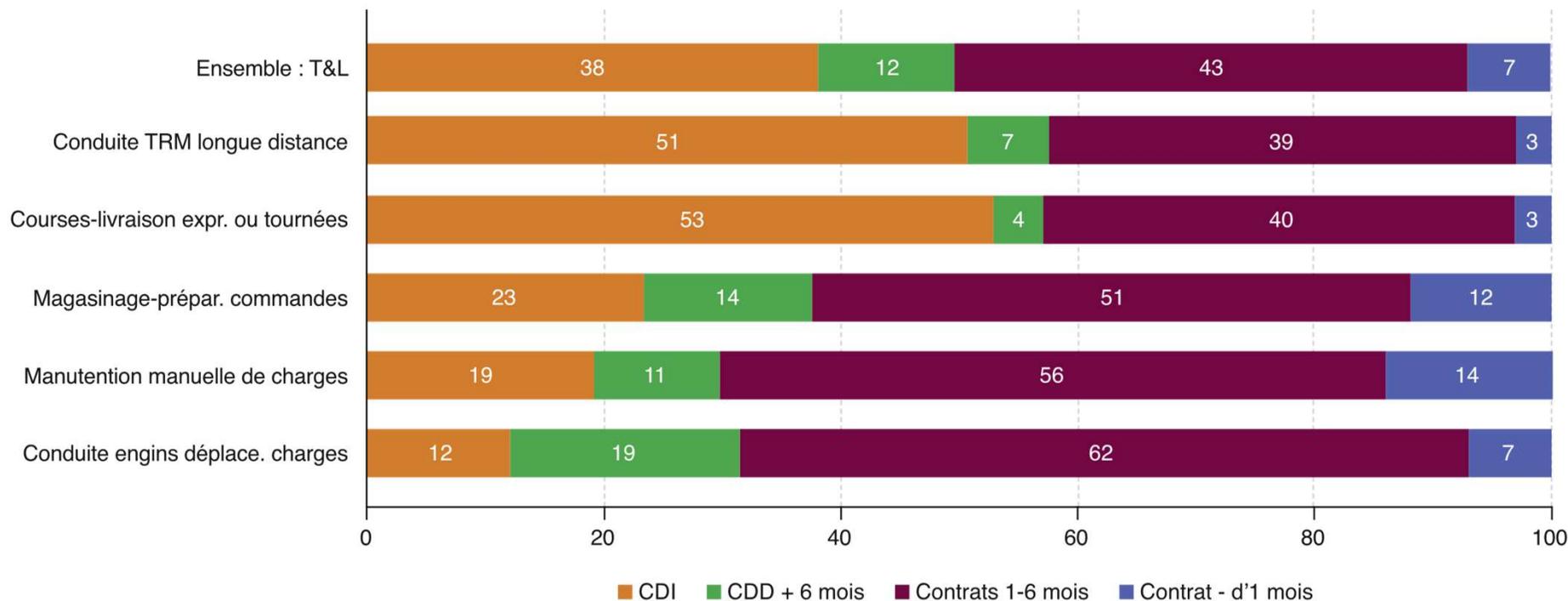
SDES à partir d'Insee, estimations d'emploi ; estimation trimestrielles Acooss-Urssaf, Dares, Insee ; SNCF



# L'emploi dans la logistique

## Une majorité de contrats courts et très courts

En %, données brutes



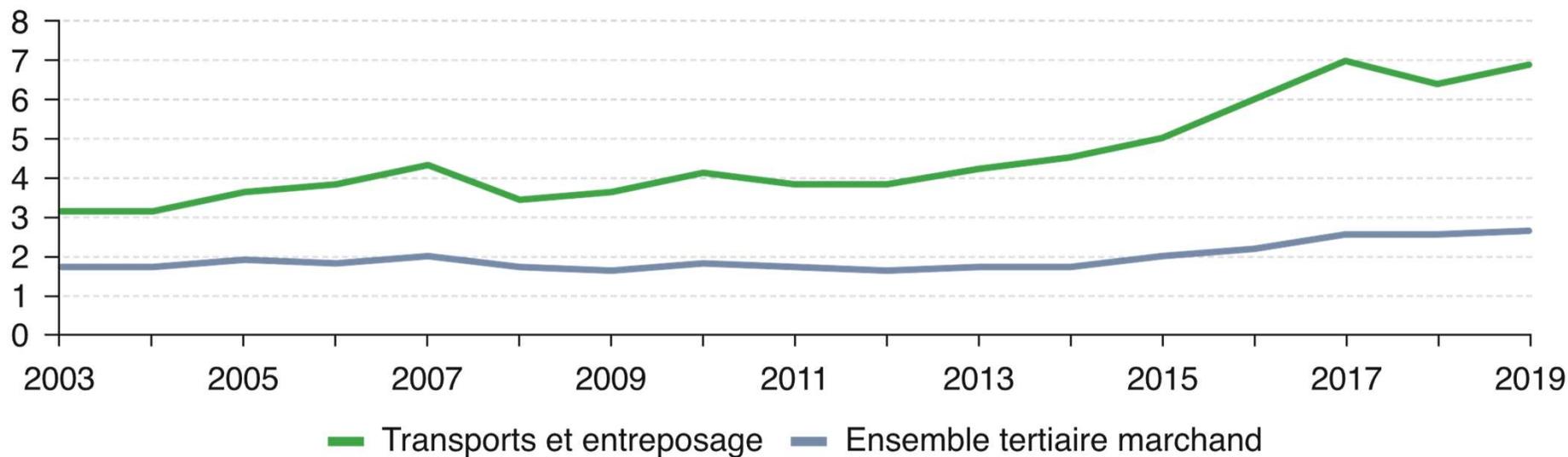
Répartition des différents types de contrat dans le transport et la logistique en 2020

France métropolitaine, SDES à partir de la DARES, Pôle Emploi, statistiques du marché du travail

# L'emploi dans la logistique

Un plus grand recours à l'intérim

En % (effectif intérimaires/total effectifs salariés, y compris intérimaires)



Evolution de l'emploi intérimaire

France hors Mayotte, SDES à partir de la DARES, Pôle Emploi.

## L'emploi dans la logistique

Recours important à l'intérim dans les tâches de manutention

### Secteur tertiaire derrière la construction et l'industrie mais...

#### Une croissance relative constante entre 2005 et 2014 (DARES) et au-delà :

Dans le secteur tertiaire, secteur des transports et de l'entreposage est le premier secteur en volume d'emploi (ETP)

- **115 000 intérimaires** soit 10,7% de plus que fin 2019 (MTE, SDS, 2020)
- **Taux de recours à l'intérim de 7,5%** (rapport des intérimaires à l'emploi salarié total) contre 3% dans l'ensemble du secteur privé. En 2020 a augmenté de 0,7% (MTE, SDS, 2020)
- Fortes variations au cours de l'année 2020 avec la crise sanitaire : 1<sup>er</sup> trimestre (-37,7%), 2<sup>ème</sup> trimestre (+29,4%), 3<sup>ème</sup> trimestre (+22,3%) et 4<sup>ème</sup> trimestre (+12,3%)

#### 2 métiers parmi les 10 ayant le plus recours à l'intérim en volume d'emploi (en ETP) en 2014 (DARES) :

- **Ouvriers non qualifiés de la manutention, tri, emballage, expédition** (1<sup>er</sup> groupe avec 22% du volume d'emploi intérimaire global)
- **Ouvriers qualifiés de la manutention, conducteurs de chariots élévateurs, caristes** (3<sup>ème</sup> groupe ex-aequo avec 4%)

## Quid de la pénibilité dans le secteur de la logistique ?

### Définition

La pénibilité du travail se caractérise par :

« l'exposition à un ou plusieurs facteurs de risques professionnels liés à des contraintes physiques marquées, à un environnement physique agressif ou à certains rythmes de travail susceptibles de laisser des traces durables, identifiables et irréversibles sur la santé ».

(Code du travail, article L. 4121-3-1)

01/01/2015, tout employeur a une obligation de prévention de la pénibilité au travail.

01/07/2016, mise en application du Compte personnel de prévention de la pénibilité (C3P)

01/10/2017, passage au Compte personnel de prévention (C2P)

# Quid de la pénibilité dans le secteur de la logistique ?

## Facteurs de pénibilité



Facteurs de pénibilité		Métiers et/ou tâches concernés
Contraintes physiques marquées	<b>Manutentions manuelles de charge</b>	<b>Préparateurs de commandes, agents d'emballage, manutentionnaires, réceptionnaires, contrôleurs, caristes.</b>
	<b>Postures pénibles</b> (position forcée des articulations)	<b>Déchargement de conteneurs de marchandises en vrac, camions de tractions dans la messagerie, préparation de commandes, filmage manuel.</b>
	<b>Vibrations mécaniques</b>	<b>Conducteurs PL, Caristes, conducteurs de chariots élévateurs, de transpalettes, mais aussi lors des tâches de vissages.</b>
Environnement physique agressif	<b>Agents chimiques dangereux (ACD)</b> (y compris poussières et fumées)	<b>Caristes, dockers, agents des douanes...</b> (Stockage de produits dangereux, à l'ouverture de conteneurs en cas de traitement par fumigation, en cas d'utilisation de carboglace pour le transport de produits surgelés...)
	<b>Activités physiques en milieu hyperbare</b>	
	<b>Bruit</b>	<b>Caristes, préparateurs de commandes...</b> (Ventilateurs / turbines / convoyeurs, déplacement des chariots, chocs des palettes au sol, guidage par reconnaissance vocale, réverbération des locaux...)
	<b>Températures extrêmes</b>	<b>Caristes, préparateurs de commandes...</b> (Travail en t° dirigée, travail dans les entrepôts non tempérés).
Rythmes de travail	<b>Travail de nuit dans certaines conditions</b>	<b>Conducteurs PL</b> (LD, traction messagerie...).
	<b>Travail en équipes successives alternantes</b>	<b>Agents du terminal intermodal, Terminal de transport combiné, plateforme de messagerie, entrepôts de de la grande distribution et du commerce de proximité.</b>
	<b>Travail répétitif</b> (même geste à une cadence contraintes avec un temps de cycle défini)	<b>Préparateurs de commandes et caristes.</b>

# Quid de la pénibilité dans le secteur de la logistique ?

## Facteurs de pénibilité



Facteurs de risques professionnels		Métiers et/ou tâches concernés
<p>Contraintes physiques marquées</p> <p>Disparition de facteurs de pénibilité auxquels sont souvent exposés les travailleurs du transport et de la logistique</p>		
Environnement physique agressif	<p><b>Activités physiques en milieu hyperbare</b> (1 200 hectopascals, 60 interventions/an)</p>	
	<p><b>Bruit</b> (exposition quotidienne à un bruit <math>\geq 81</math> dB pendant 8h, 600h par an ou expos à des bruits impulsionnels <math>\geq 135</math> dB)</p>	<p><b>Caristes, préparateurs de commandes...</b> (Ventilateurs / turbines / convoyeurs, déplacement des chariots, chocs des palettes au sol, guidage par reconnaissance vocale, réverbération des locaux...)</p>
	<p><b>Températures extrêmes</b> (température <math>\leq 5^\circ</math> ou <math>\geq 30^\circ</math> 900h/an)</p>	<p><b>Caristes, préparateurs de commandes...</b> (Travail en t° dirigée, travail dans les entrepôts non tempérés).</p>
Rythmes de travail	<p><b>Travail de nuit dans certaines conditions</b> (1h de travail entre minuit et 5h, 120 nuits/an)</p>	<p><b>Conducteurs PL</b> (LD, traction messagerie...).</p>
	<p><b>Travail en équipes successives alternantes</b> (1h de travail entre minuit et 5h, 50 nuits/an)</p>	<p><b>Agents du terminal intermodal, Terminal de transport combiné, plateforme de messagerie, entrepôts de la grande distribution et du commerce de proximité.</b></p>
	<p><b>Travail répétitif</b> (15 actions techniques pour un cycle <math>\leq 30</math>s ou 30 actions techniques/min pour un cycle <math>&gt; 30</math>s)</p>	<p><b>Préparateurs de commandes et caristes.</b></p>

# Focus sur les troubles musculosquelettiques

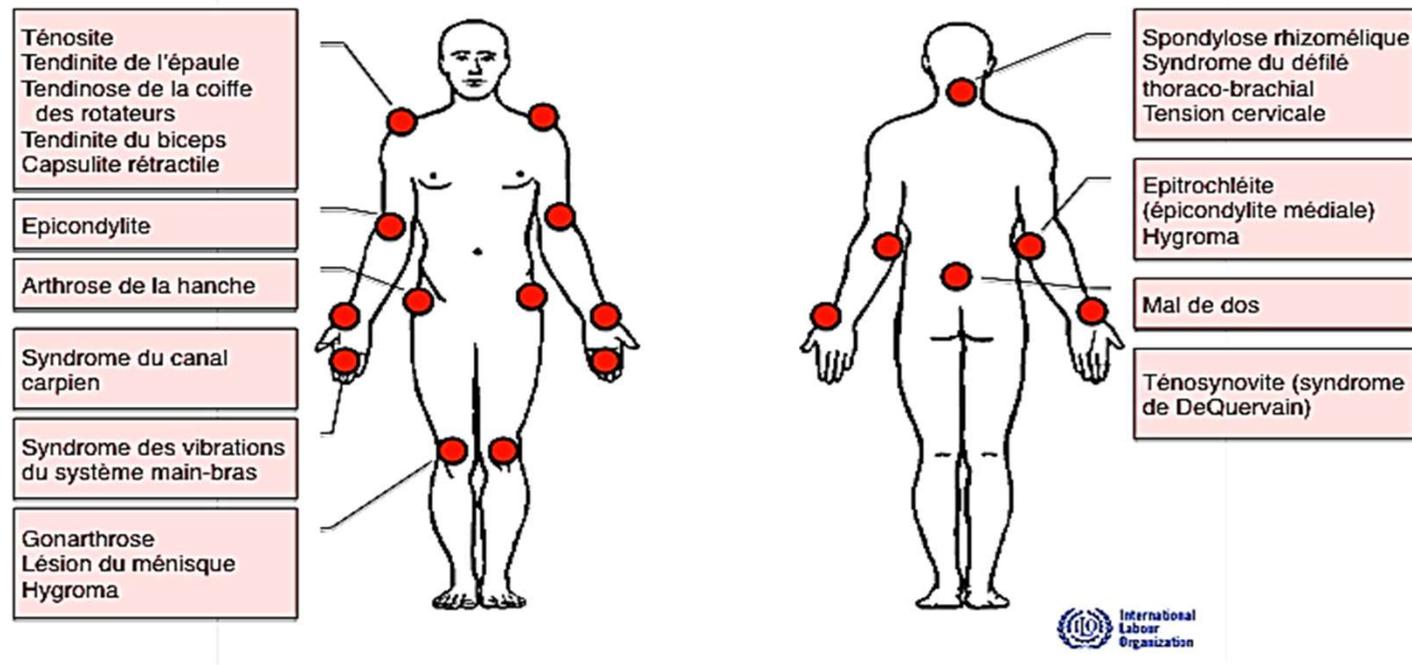
## Anatomie

**Troubles de l'appareil locomoteur** pour lesquels l'activité professionnelle peut jouer un rôle dans la genèse, le maintien ou l'aggravation (Aptel et al., 2002) et qui peuvent entraîner la perte de fonction d'un système musculosquelettique.

A l'origine de douleurs aiguës, chroniques et de gênes fonctionnelles, ils affectent principalement les **muscles**, les **tendons** et les **nerfs** des membres supérieurs et inférieurs.

Les régions corporelles les plus souvent concernées sont principalement les **épaules**, les **coudes** et les **poignets** (CNAMTS, 2016) mais **différences** ♀ et ♂ (Brière, Fouquet et al., 2015)

La physiopathologie se compose selon le trouble, de mécanismes de **compression des nerfs**, d'**inflammation des tendons et des bourses séreuses** (Lasfargues, Roquelaure, Fouquet & Leclerc, 2003)

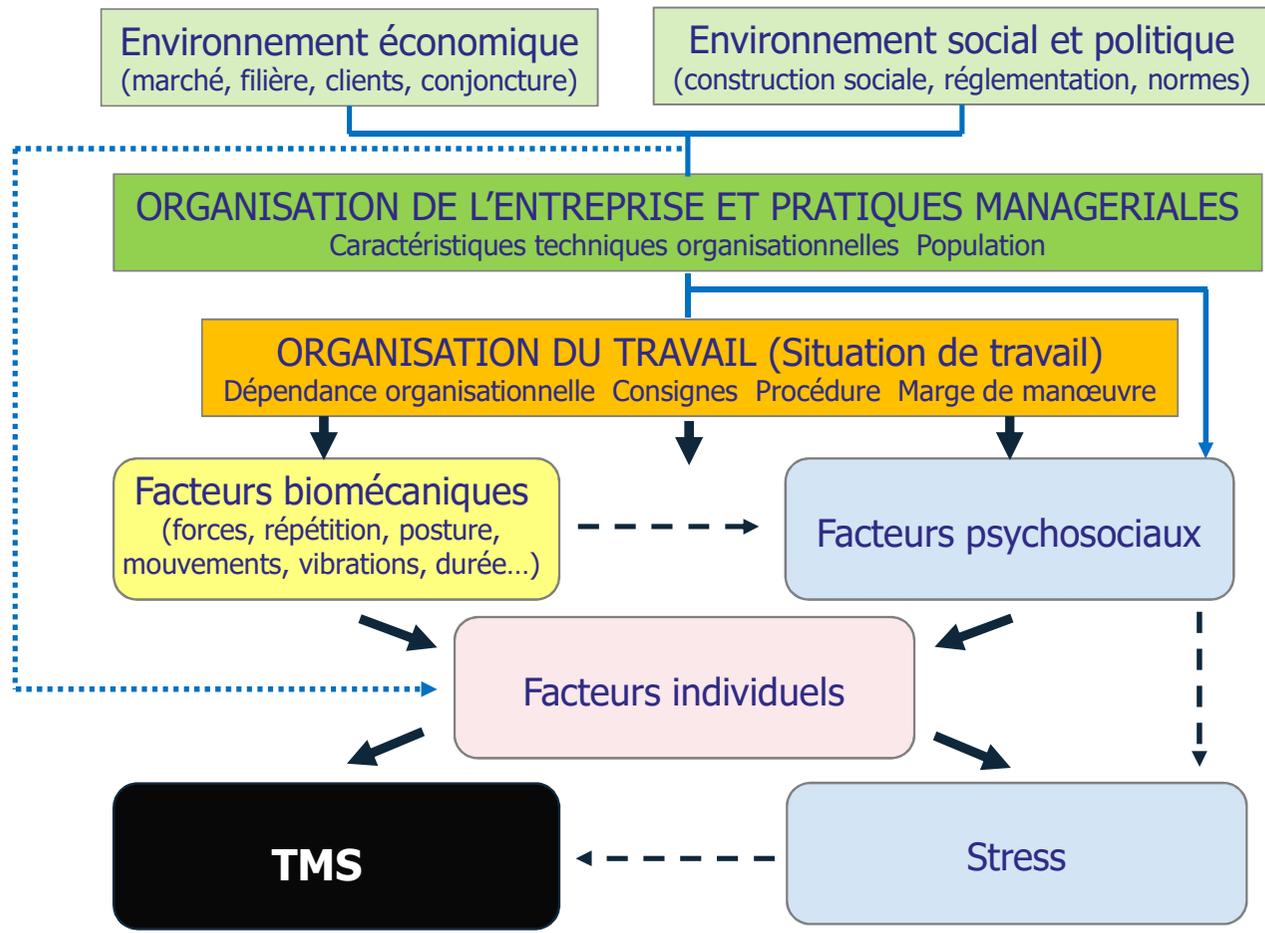


**Troubles musculosquelettiques (TMS)**

(Zhang et al., 2019)

# Focus sur les troubles musculosquelettiques

## Etiologie des TMS



(Roquelaure, 2016)





**LA RECHERCHE**

# Projet AGIRE



AGIRE (Aide à la Gestion Intelligente des Ressources dans les Entrepôts)

Objectif : Développer un outil d'aide intégrant la **pénibilité du travail** dans :

- 1) l'affectation des agents aux différents postes,
- 2) l'attribution et la définition des tournées de préparation de commande,
- 3) le positionnement des marchandises dans les racks de prélèvement.

Projet ANR AAPG 2019 (48 mois + 6 mois) impliquant 4 partenaires :

- Groupe industriel : Fashion Cube (ex- Happy Chic )
- Recherche : INOCS (pilote), SFL, SPLOTT.



© Mundutéguy, Université Gustave Eiffel



# Projet AGIRE

## WorkPackage 1 - Analyse ergonomique du travail pour alimenter les modèles d'aide à la décision dans le déploiement des RH.

### Objectifs pour le projet :

- 1) Caractériser les situations de travail nominales, dégradées et exceptionnelles ;
- 2) Déterminer et mesurer les facteurs de pénibilité ;
- 3) Modéliser des situations typiques
  - Facteurs de variabilité des situations
  - Patterns de situations

### Objectifs personnels :

- 1) Identifier les stratégies de régulation individuelles et collectives (quantités, qualités, délais, outils à disposition etc.) ;
- 2) Comprendre comment certains agents parviennent à rester dans l'emploi.

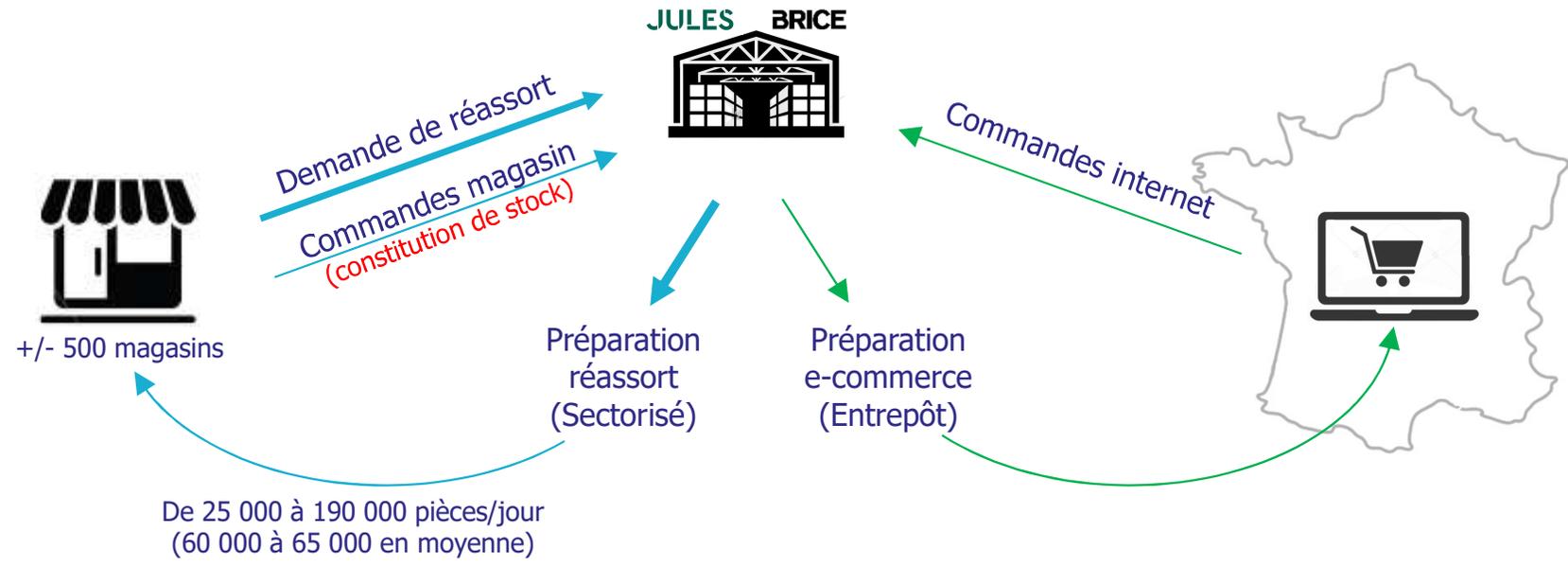


© Mundutéguy, Université Gustave Eiffel



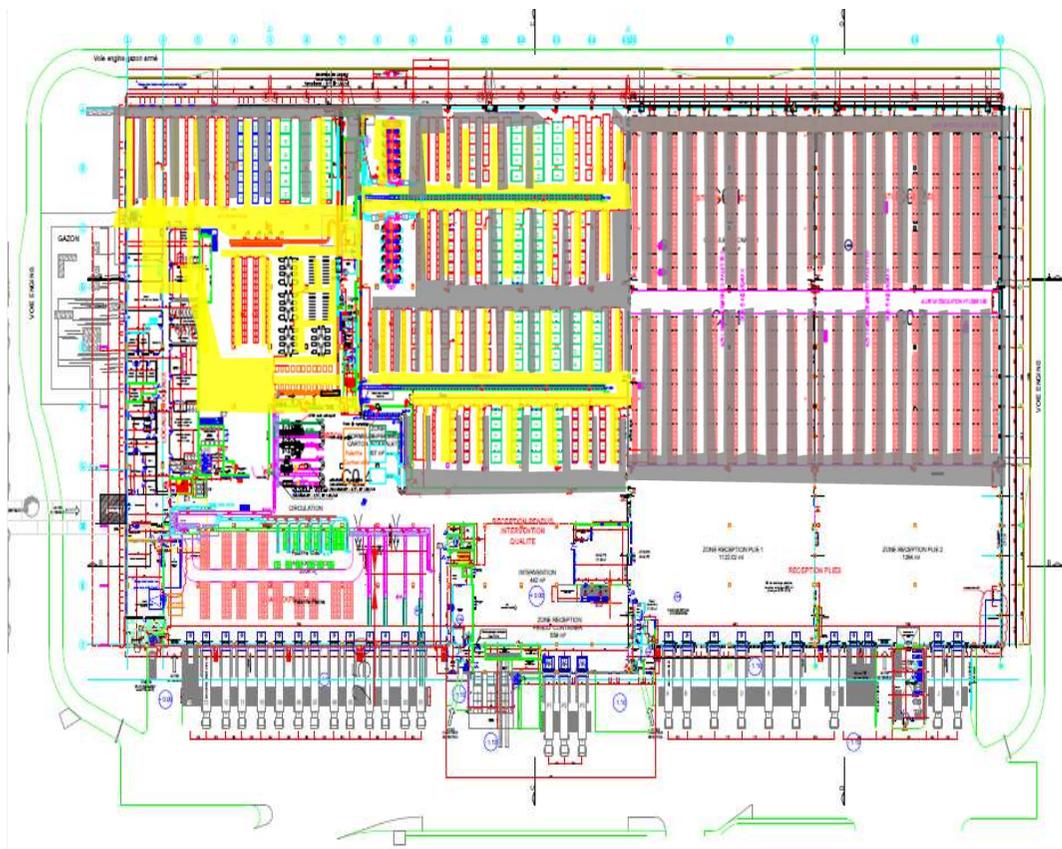
Cahier des charges auprès des fournisseurs sur les dimensions et les poids des cartons  
 ⇒ Optimisation transport et chargement conteneurs,  
 ⇒ Optimisation espace emplacement de stockage

Gestion des stocks de l'ensemble du réseau de magasins (France avec Dom Tom et étranger) centralisée au niveau de l'entrepôt



# L'entrepôt

## Secteurs et équipements associés



- Stockage
  - Stock Réserve Palettes
    - Mise en stock
  - Stock Réserve Colis
    - Prise
    - Dépose
- Picking
  - Réassortiment de magasins et commandes magasin
  - Commandes e-commerce

## Les agents

*Des salariés plutôt âgés avec des restrictions médicales ou reconnus comme handicapés*

Effectifs	71
Age min	23
Age max	59
Moyenne âge	45
Médiane âge	46
E-type	8,8
Senior +55	10
Senior 45-55	28
RQTH	16
Restrictions	24

(Données entreprise 2021)

Restrictions	
Réception	2
Stock	7
Réassort plié	9
E-commerce	1
Expédition	1
Fournitures	1
Contrôle Qualité	2
Maintenance-HSE	1
Total	24

RQTH	
Réception	0
Stock	4
Réassort plié	9
E-commerce	1
Expédition	1
Fournitures	0
Contrôle Qualité	0
Maintenance-HSE	1
Total	16

(Données entreprise 2021)

### Port de charge

- Limites de poids (5-10-15 Kg)
- Limites de temps de port charge
- Interdiction de port de charge

### Postures/mouvements

- Bras en élévation
- Mouvement au dessus de l'horizontale
- Temps de maintien de postures
- Répétitivité des postures
- Membres concernés : épaules, poignets
- Station debout

### Activités prolongées

- Eviction de certains secteurs (réception)
- Favoriser certains secteurs (pendu, petites fournitures, e-commerce)

### Autres aménagement

- Horaires aménagés
- Rotations de poste
- Alternance des tâches

## Les agents

*Une part importante d'intérimaires diversement reconduits*

Domaine	Salariés	Intérimaires	Effectif total
Réception	6 (9,23%)	59 (90,77%)	65
Stock plié pendu	18 (17,31%)	83 (82,69%)	104
Réassort plié pendu	29 (6,74%)	356 (93,26%)	430
E-commerce	2 (4,45%)	43 (95,55%)	45
Expédition	5 (17,24%)	24 (82,86%)	29
Fournitures	3 (11,54%)	23 (88,46%)	26
Contrôle Qualité	3 (37,5%)	5 (62,5%)	8
Maintenance – HSE	5 (100%)	0 (0%)	5
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>641</b>	<b>712</b>

Répartition des effectifs d'agents par domaine d'activité et en fonction de leur statut pour l'année 2020

Le recours au travail intérimaire répond à trois besoins distincts :

- Faire face à **l'évolution saisonnière de l'activité** (Stock, Préparation de commande [Réassort plié, e-commerce], Expédition)
- Externaliser une partie de la **pénibilité** des tâches « reconnue » par l'organisation (Réception)
- Satisfaire des **tâches ponctuelles** (Fournitures, Réassort pendu)

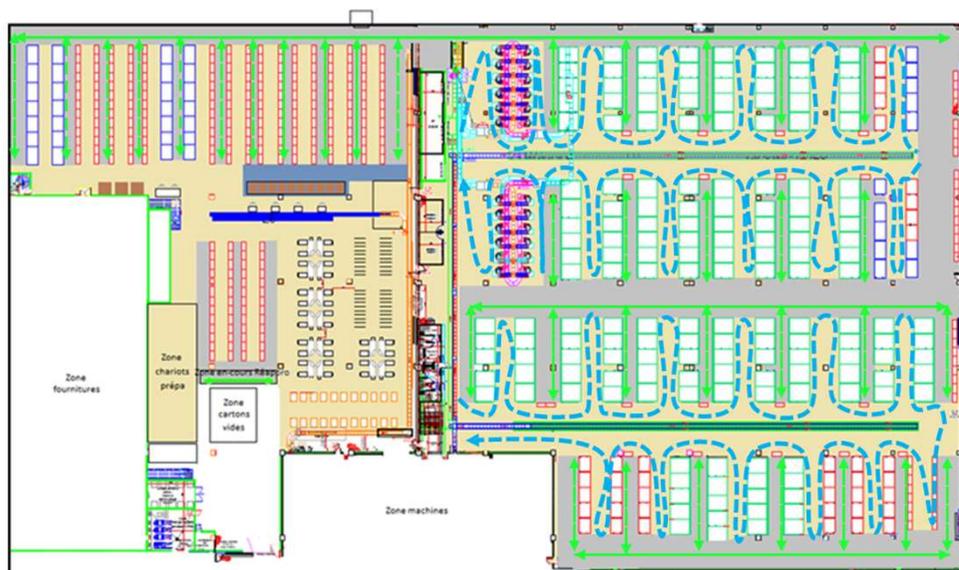
Domaine	Effectifs jour	Effectif total	Tx renouvellement
Réception	de 1 à 6	59	89,83%
Stock plié pendu	de 1 à 49 de 1 à 3	83 3	40,96% 0%
Réassort plié pendu	de 1 à 136 de 1 à 8	356 45	61,80% 80%
E-commerce	de 1 à 23	43	46,51%
Expédition	de 1 à 9	24	62,5%
Fournitures	de 1 à 4	23	82,61%
Contrôle Qualité	de 1 à 2	5	60%
Maintenance - HSE	0	0	

Taux de renouvellement des agents intérimaires par domaine d'activité de l'entrepôt et par jour pour l'année 2020

Un niveau de renouvellement différent selon :

- les domaines,
  - le type de tâches
  - et les compétences associées
- ⇒ Fort renouvellement pour les tâches **les plus pénibles** (Réception), **les moins régulières** (Fournitures)
- ⇒ Recherche de fidélisation pour les **tâches exigeants des compétences particulières** (Stock, préparation e-commerce)

# La préparation de commande



Longueur des allées de prélèvement de 10,8 à 17,10 m.

Stockage      Picking

Zones de circulation du rdc de l'entrepôt

### Mvts du Stock

- ↑ Circulations motorisées (réappro allées de Stock du Picking)
- ↑ Circulations pédestres (réappro racks de Picking)

### Mvts du Picking

- ↑ Circulations pédestres (Préparation de commande Réassort plié et e-commerce)

### Picking

- Réassortiment et commandes magasins
- Commandes e-commerce

→ 2 types de tournée



Poids chariot : 39 kg

*Réassortiment et commande magasins*

Poids colis magasin vide (hors coiffe) : 0,8 kg  
 Poids colis expédition : 9-11 kg (produits) + 1kg de carton

**Poids total à vide : 43,8 kg**

*Commande e-commerce*

Poids bac e-commerce : 2,455 kg

**Poids total à vide : 53,73 kg**

# L'organisation de la production

*De la planification à la gestion des opérations de préparation de commande*

## J-7 à 1 - Constitution des équipes de préparation de commande du lendemain

### PLANIFICATION

Une fois par semaine, approvisionnement transmet aux coordinateurs de la préparation de commande les prévisions des volumes à traiter de la semaine à venir.

Chaque jour avant 13h, réception de l'information sur les volumes réajustés de marchandises à prélever du lendemain.

- ⇒ Evaluation du volume de travail nécessaire ;
- ⇒ Construction du planning et définition de l'effectif ;
- ⇒ Identification des salariés présents et estimation du nombre d'intérimaires nécessaires en complément.

Vers 15h30, communication à l'agence d'intérim des agents (nommément) attendus le lendemain.

## Jour J - Réalisation des opérations

### GESTION DES OPERATIONS

Vagues de préparation de commande déterminées par les heures de **départ des transporteurs** « fixes » (auxquels sont associés des magasins) et des spécificités des préparations à effectuer.

- 1 **vague de préparation** composée de plusieurs tournées de préparation (6 colis) attribuées aléatoirement aux préparateurs-trices.
- 1 **tournée de préparation** optimisée par WMS en fonction des références (4 secteurs définis en fonction des références et de la fréquence de leur prélèvement).

Agent prend connaissance au fur et à mesure de :

- l'allée où il doit se rendre,
- l'emplacement,
- la référence et la quantité à prélever pour le 1<sup>er</sup> coli concerné...

The image features a dark blue background with a teal horizontal band at the bottom. On the right side, there are white curved shapes that resemble stylized letters or abstract forms. The word 'METHODOLOGIE' is written in white, bold, uppercase letters on the dark blue background.

**METHODOLOGIE**

## Etapes

### Phase 1 :

- Observations ouvertes
  - Entretiens exploratoires
  - Recueil de données de production et de ressources humaines
  - Recueil de documents liés au travail
- ⇒ Recentrage de la recherche et hypothèses de travail

### Phase 2 :

- Observations systématiques
  - Recueil de traces de l'activité
  - Analyse des observations
- ⇒ Résultats et nouvelles hypothèses

### Phase 3 :

- Observations complémentaires
  - Entretiens d'approfondissement à défaut d'explicitations
- ⇒ Résultats...



## Phase 1

### Observations exploratoires

Objectifs :

- Comprendre l'organisation de l'entrepôt et la spécificité de chacun des secteurs.

Observations réalisées par 3 observateurs, les 3 et 4 juin 2021 :

- Brefs suivis d'agents de la réception, du stockage, de la préparation de commande (réassortiment magasin marchandises pliées et commandes e-commerce) de marchandises pliées et des fournitures au cours de leur activité.
- *Suivi d'une préparatrice de commande*, également tutrice, dans les conditions d'accueil de nouveaux entrants.
- *Suivi d'un agent de maîtrise* lors de la constitution de son équipe pour le lendemain (utilisation des outils de gestion opérationnelle, communications avec les agences d'intérim).
- *Réunions des agents de maîtrise* de l'ensemble des secteurs pour présenter l'activité du jour (10h) et préparer l'activité du lendemain avec redistribution des agents disponibles (13h30).



## Phase 1

### Entretiens exploratoires

Objectifs :

- Comprendre l'organisation de la production, le déroulement d'une journée, les stratégies de recrutement ;
- Préciser les formes de variabilité sur la journée, la semaine ou les saisons.

Entretiens réalisées conjointement par 2 analystes en visioconférence et 3 en présence.

	Genre	Contrat	Tranche d'âge	Parcours pro / Profil	Date	Durée
Directeur entrepôt	H	CDI	50-60	Directeur entrepôt « chassé »	02/03/2021* 18/05/2021*	1h56' ≈30'
Resp. organisation et méthodes (MOA Logistique)	F	CDI	40-50	Ingénieure	23/03/2021* 01/04/2021* 21/04/2021*	1h55' 2h00'
Resp. exploitation logistique	H	CDI	20-30	Ingénieur	04/06/2021	≈1h10' (durant visite site)
Coordi. Stockage (Réappro) 1	H	CDI	-	Ancien agent ayant développé des Macros de gestion	04/06/2021	≈37'
Coordi. Stockage (Réappro) 2	H	CDI	-	Ancien coordi. Prépa comm.	04/06/2021	
Coordi. Préparation de commande 1	H	CDI	-	Ancien resp. magasin	03/06/2021	25'
Coordi. Préparation de commande 2	H	CDI	-	Ancien préparateur	04/06/2021	≈15'
Responsable du Facteur Humain*	F	CDI	-	Ergonome	18/03/2021*	≈1h
Préparatrice de commande – Tutrice	F	CDI	50-60		04/06/2021	≈50'





# Phase 1

## Recueil de données

Objectifs :

- Préciser les prescriptions organisationnelles de coordination entre stockage et préparation de commande
- Identifier les stratégies d'organisation du stockage et de la préparation ;
- Comprendre l'organisation des tournées, et les stratégie de recrutement des intérimaires et d'affectation des agents.

Données recueillies :

- Documents de travail produits et/ou utilisés par les agents de maîtrise et les préparateurs·trices
- Données Ressources Humaines
  - Profils des employés (moyenne d'âge, restrictions médicales, date de recrutement, service d'affectation...)
  - Accidents de travail ;
  - Recours au travail intérimaire ;
  - Liste missions entrées/tutorat.
- Données de production
  - Allées et prise de tournées ;
  - Détail colis décembre 2019 ;
  - Performance des intérimaires au réassort magasins ;
  - Flash hebdo ;
  - Poids (colis, tournée) ;
  - Temps (entre tournées, tournées...)
  - ...

## Phase 2

### Observations systématiques

Objectifs :

- Identifier les stratégies et régulations des agents en relation avec les caractéristiques des situations

Observations réalisées par 3 observateurs, les 20 et 21 septembre 2021, auprès de 8 agents de la préparation de commande (réassort plié et e-commerce) et 1 agent de la préparation de commande (réassort suspendu)

	Genre	Contrat	Tranche d'âge	Ancienneté		Nombre de tournées	Type de tournée			Durée tournées
				en logistique	chez HC					
Agent 1	F	CDI	40-50	> 20 ans	-	5	RP	-	-	1h05'14"
Agent 2	H	CDI	40-50	> 20 ans	-	1	-	EC	-	22'46"
Agent 3	F	Intérim	20-30	< 1 an	-	3	-	EC	-	1h10'20"
Agent 4	F	Intérim	40-50	1 an	-	1	RP	-	-	17'56"
Agent 5	F	CDI	40-50	17 ans	-	1	RP	-	-	28'37"
Agent 6	H	Intérim	20-30		-	1	-	EC	-	23'42"
Agent 7	F	Intérim			-	2	RP	EC	-	37'32"
Agent 8	H	Intérim	> 50	30	30	2	RP	-	-	1h01'38"
Agent 9	F	CDI ?			-				RS	
	6 F, 3 H	3 CDI, 6 I				16	10	6		5h40'11"

RP : Réassort Plié  
RS : Réassort Suspendu  
EC : e-commerce





# Phase 2

## Analyse des observations – Variables des chroniques d’activité

Tournée
Préparation
Démarrage
Fin
Repère spatial
Nouvelle allée
Retour vers centre
Interaction PDA
Lecture PDA
PDA signale une erreur
Anomalies
Correction d’anomalie
BIP RFID
Quantité
Mauvaise référence
Autre

Mobilité
Déplacement avec chariot
Déplacement sans chariot
Déplacement avec plateau
Déplacement avec caisse
Attente
Arrêt
Encombrement
Collision
Quasi collision
Contournement
Stationnement
Communications
avec collègue
avec encadrement

Niveau de prise
Boîtes bleues
Prise 5 (Haut)
Prise 4
Prise 3
Prise 2
Prise 1 (Bas)
Types de prise
Prise multiple
Prise difficile
Article tombe par terre

Cartons poses
Pose carton neuf sur le chariot
Pose carton vide à terre
Pose carton vide sur le chariot
Pose carton vide sur le chariot
Garde carton vide à la main
Pas de carton
Pose carton vide sur le convoyeur
Pose colis sur le convoyeur

Cartons prises
Prise carton neuf sur convoyeur
Prise carton vide sur rack
Prise carton vide sur le chariot d’un préparateur
Prise carton vide sur son chariot
Prise et retournement de caisse bleue
Prise colis rempli
Caisses bleues EC prises
Prise plateau roulant
Prise caisse bleue
Pose caisse bleue sur plateau
Placement des caisses dans allées
Dépose plateau roulant

# Phase 2

## Analyse des observations - Méthode REBA (Rapid Entire Body Assessment)

### Méthode REBA (Rapid Entire Body Assessment)

- Outil développé pour évaluer "rapidement" le risque de troubles musculosquelettiques (TMS) associés à la réalisation de certaines tâches.
- REBA permet d'analyser conjointement
  - a) les postures des membres supérieurs (bras, avant-bras, poignet), du tronc, du cou et des membres inférieurs,
  - b) les angulations
  - c) l'activité musculaire
- Il identifie cinq niveaux de risque, de négligeable à très élevé.

Score	Level of MSD Risk
1	negligible risk, no action required
2-3	low risk, change may be needed
4-7	medium risk, further investigation, change soon
8-10	high risk, investigate and implement change
11+	very high risk, implement change

**A. Neck, Trunk and Leg Analysis**

**Step 1: Locate Neck Position**  
 +1 (0-20°), +2 (20°-30°), +3 (30°-45°), +4 (45°-90°)  
 Step 1a: Adjust...  
 If neck is twisted: +1  
 If neck is side bending: +1

**Step 2: Locate Trunk Position**  
 +1 (0-20°), +2 (20-60°), +3 (60°-90°), +4 (90°-120°)  
 Step 2a: Adjust...  
 If trunk is twisted: +1  
 If trunk is side bending: +1

**Step 3: Legs**  
 +1 (0-30°), +2 (30-60°), +3 (60-90°), +4 (90-120°)  
 Adjust: 30-60° >60°  
 Add +1, Add +2

**Step 4: Look-up Posture Score in Table A**  
 Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

**Step 5: Add Force/Load Score**  
 If load < 11 lbs: +0  
 If load 11 to 22 lbs: +1  
 If load > 22 lbs: +2  
 Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

**Step 6: Score A, Find Row in Table C**  
 Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.  
 Find Row in Table C.

**Table A: Neck, Trunk and Leg Scores**

		Neck		
		1	2	3
Trunk Posture Score	Legs	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
	1	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
	2	2 3 4 5	3 4 5 6	4 5 6 7
	3	2 4 5 6	4 5 6 7	5 6 7 8
	4	3 5 6 7	5 6 7 8	6 7 8 9
5	4 6 7 8	6 7 8 9	7 8 9 10	

**Table B: Lower Arm Scores**

		Wrist			Upper Arm		
		1	2	3	1	2	3
Upper Arm Score	Wrist	1 2 3	1 2 3	1 2 3	3 4 5	4 5 5	5
	1	1 2 2	1 2 3	2 3 4	4 4 5	5 6 7	8
	2	2 3 3	3 4 5	6 7 7	8 8 8	9 9 9	10
	3	3 4 4	4 5 6	7 8 8	9 9 9	10 10 10	11
	4	4 4 4	5 6 7	8 8 8	9 9 9	10 10 10	11
5	4 4 4	5 6 7	8 8 8	9 9 9	10 10 10	11	
6	6 6 6	7 8 8	9 9 9	10 10 10	10 10 10	11	
7	7 7 7	8 9 9	10 10 10	10 10 10	11 11 11	11	
8	8 8 8	9 10 10	10 10 10	10 10 10	11 11 11	11	
9	9 9 9	10 10 10	10 10 10	10 10 10	11 11 11	12	
10	10 10 10	10 10 10	10 10 10	10 10 10	11 11 11	12	
11	11 11 11	11 11 11	11 11 11	11 11 11	12 12 12	12	
12	12 12 12	12 12 12	12 12 12	12 12 12	12 12 12	12	

**Table C: Final Score Matrix**

		Score B, (table B value + coupling score)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Score A (score from table A + load/force score)	1	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	10	10	10	10	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	10	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	11	11	12
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	12	12
	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

**B. Arm and Wrist Analysis**

**Step 7: Locate Upper Arm Position:**  
 +1 (20°), +2 (20°-45°), +3 (45-90°), +4 (90°)  
 Step 7a: Adjust...  
 If shoulder is raised: +1  
 If upper arm is abducted: +1  
 If arm is supported or person is leaning: -1

**Step 8: Locate Lower Arm Position:**  
 +1 (0-90°), +2 (90-180°)

**Step 9: Locate Wrist Position:**  
 +1 (15°), +2 (15°-45°)

**Step 9a: Adjust...**  
 If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

**Step 10: Look-up Posture Score in Table B**  
 Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

**Step 11: Add Coupling Score**  
 Well fitting Handle and mid rang power grip: *good*: +0  
 Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: *fair*: +1  
 Hand held not acceptable but possible: *poor*: +2  
 No handles, awkward, unsafe with any body part, *Unacceptable*: +3

**Step 12: Score B, Find Column in Table C**  
 Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

**Step 13: Activity Score**  
 +1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
 +1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
 +1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

**Final REBA Score**  
 Table C Score + Activity Score

McAtamney, L., Corlett, E.N. (1993). RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, *Applied Ergonomics*, 24, 91-99.

Hignett, S., McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA), *Applied Ergonomics*, 31, 201-205.

## Phase 2

### Analyse des observations - Application de la Méthode REBA

- Des analyses individualisées auprès d'une population de 7 préparateurs·trices
- Une cotation par niveau de prise avec une prise « nominale »
  - 5 cotations par individu minimum
  - Extrapolation sur la tournée à partir des données quantitatives
- Des cotations par niveau avec des variantes
  - Prises multiples, prises difficiles, prise allée encombrée, prise sans arrêter le chariot, etc.
  - Extrapolation sur la tournée à partir des données quantitatives



## Phase 3

### Entretiens d'approfondissement

Objectifs :

- Préciser les stratégies et régulations des agents en relation avec les caractéristiques des situations
- Comprendre les formes de sollicitations du travail sur les agents selon eux

Entretiens réalisés conjointement par 2 interviewers, le 19 juillet 2022 auprès de 4 agents de la préparation de commande (réassort plié et e-commerce)

	Genre	Contrat	Tranche d'âge	Ancienneté			Maladies professionnelles Restrictions	Durée
				en logistique	chez HC	prépa. de commande		
Agent 1*	F	CDI	> 50 ans	30 ans	30 ans	25 ans	Douleurs au niv des membres sup gauche (dvt Niv 5)	1h19'
Agent 2	F	Intérim	37 ans	20 ans	6 ans	6 ans	Tendinite au poignet (AT 2 mois) Douleurs à l'épaule	36'
Agent 3**	H	CDI	> 50 ans	30 ans	30 ans	-	2 lombagos (Stock) Tendinite au pouce	47'
Agent 4	H	Intérim	> 20 ans	< 1 mois	2 sem.	< 2 mois	Néant	39'

\* Agent ayant fait l'objet d'une observation ouverte (Agent 8)

\*\* Seuls agent ayant fait l'objet d'une observation systématique

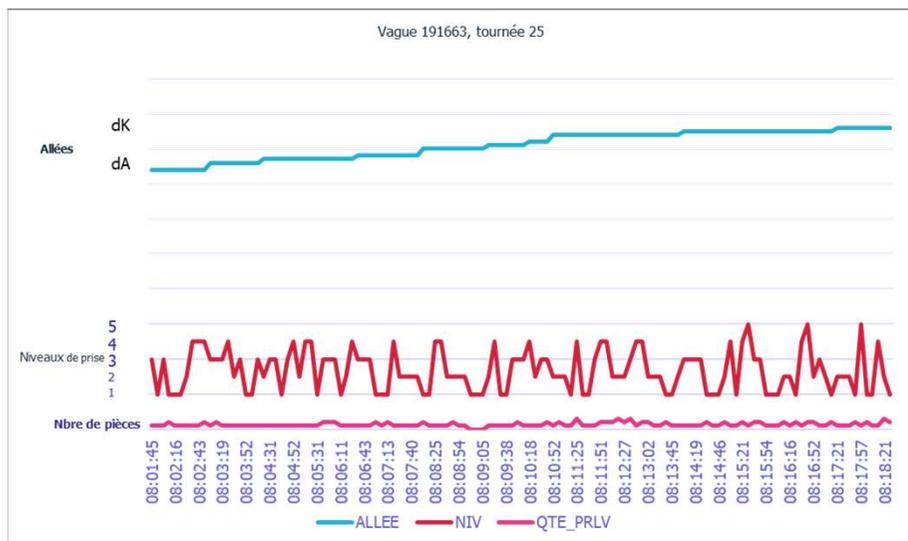


**RESULTATS**

# La préparation de commande

## Les spécificités des tournées au niveau du déplacement

### Tournée de réassortiment et de commandes de magasins

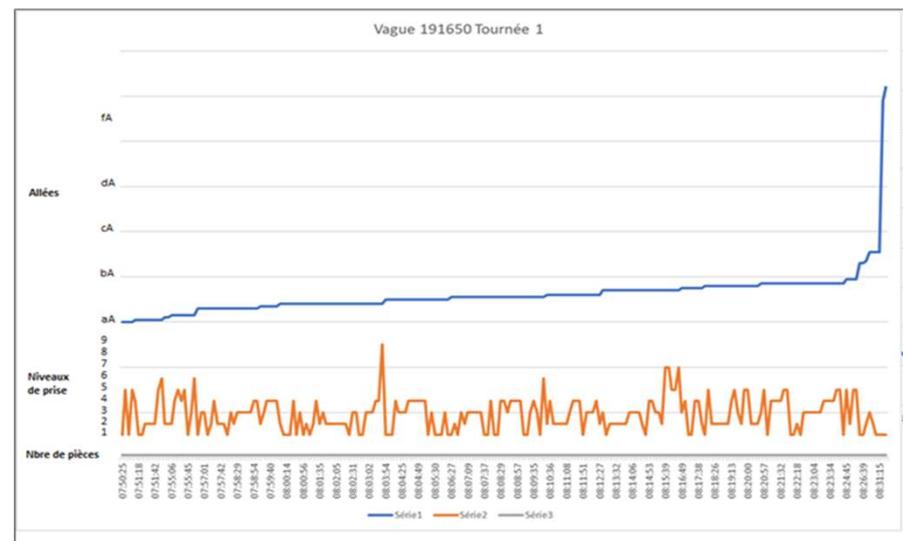


Poids colis magasin vide (hors coiffe) : 0,8 kg  
Poids colis expédition : 9-11 kg (produits) + 1kg de carton

**Poids total à vide : 43,8 kg**

Nbre de pièces à prélever	164
Nbre de pièces prélevées	164
Poids total prélevé (en kg)	68,938
Nbre d'allées parcourues	9
Temps de la tournée	16'46"

### Tournée de commandes e-commerce



Poids bac e-commerce : 2,455 kg

**Poids total à vide : 53,73 kg**

Nbre de pièces à prélever	233
Nbre de pièces prélevées	233
Poids total prélevé (en kg)	61,145
Nbre d'allées parcourues	20
Temps de la tournée	43'06"

# La préparation de commande

## Des gestes et postures pénibles ?

**Posture**  
Posture niveau 1  
Bras gauche



Nardalqay, Université Gustave Eiffel ©

11+
very high risk, implement change

**Evaluation REBA**

**A. Neck, Trunk and Leg Analysis**

**Step 1: Locate Neck Position**



Neck Score: **+2**  
+1 Flexion latérale du cou

**Step 2: Locate Trunk Position**



Trunk Score: **+3**  
+0 Flexion latérale du tronc

**Step 3: Legs**



Leg Score: **+1**  
+2 flexion du genou 30°

**B. Arm and Wrist Analysis**

**Step 7: Locate Upper Arm Position**



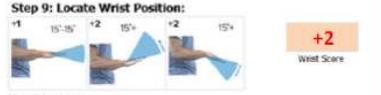
Upper Arm Score: **+3** +0

**Step 8: Locate Lower Arm Position**



Lower Arm Score: **+2**

**Step 9: Locate Wrist Position**



Wrist Score: **+2**

**Step 4: Look-up Posture Score in Table A**  
Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A: **7** (Posture Score A)

**Step 5: Add Force/Load Score**  
If load < 11 lbs.: +0  
If load 11 to 22 lbs.: +1  
If load > 22 lbs.: +2  
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1  
Force / Load Score: **+0**

**Step 6: Score A, Find Row in Table C**  
Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C. Score A: **7**

**Step 10: Look-up Posture Score in Table B**  
Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B: **5** (Posture Score B)

**Step 11: Add Coupling Score**  
Well fitting Handle and mid range power grip: *good*: +0  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: *fair*: +1  
Hand hold not acceptable but possible: *poor*: +2  
No handles, awkward, unsafe with any body part, *Unacceptable*: +3  
Coupling Score: **+0**

**Step 12: Score B, Find Column in Table C**  
Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score. Score B: **5**

**Step 13: Activity Score**  
+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static) +2  
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base  
Activity Score: **+2**

9

+

2

=

11

Table C Score
Activity Score
REBA Score

# La préparation de commande

## Des gestes et postures variablement pénibles – la prise basse sur rack dynamique

### Posture

**Posture niveau 1**  
Bras gauche

### Evaluation REBA

**A. Neck, Trunk and Leg Analysis**

**Step 1: Locate Neck Position**

Neck Score: **+1**  
+1 Flexion latérale du cou

**Step 2: Locate Trunk Position**

Trunk Score: **+4**  
+1 Flexion latérale du tronc

**Step 3: Legs**

Leg Score: **+2**  
+1 flexion du genou 30°

**B. Arm and Wrist Analysis**

**Step 7: Locate Upper Arm Position:**

Upper Arm Score: **+3** 0

**Step 8: Locate Lower Arm Position:**

Lower Arm Score: **+2**

**Step 9: Locate Wrist Position:**

Wrist Score: **+2**

**Step 4: Look-up Posture Score in Table A**  
Using values from steps 1-3 above, Locate score in Table A: **8**

**Step 5: Add Force/Load Score**  
If load < 11 lbs.: +0  
If load 11 to 22 lbs.: +1  
If load > 22 lbs.: +2  
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1  
Force / Load Score: **+0**

**Step 6: Score A, Find Row in Table C**  
Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C. **8**

**Step 10: Look-up Posture Score in Table B**  
Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B: **5**

**Step 11: Add Coupling Score**  
Well fitting Handle and mid range power grip: **good: +0**  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling: **acceptable with another body part, fair: +1**  
Hand hold not acceptable but possible: **poor: +2**  
No handles, awkward, unsafe with any body part: **unacceptable: +3**  
Coupling Score: **+0**

**Step 12: Score B, Find Column in Table C**  
Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score. **5**

**Step 13: Activity Score**  
+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static) **+1**  
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

10

+

1

=

11

Table C Score    Activity Score    REBA Score

**11+** very high risk, implement change

10

+

1

=

11

Table C Score    Activity Score    REBA Score



# La préparation de commande

Des gestes et postures variablement pénibles – la prise haute sur rack statique

**Posture niveau 5**  
Bras gauche



**A. Neck, Trunk and Leg Analysis**

**Step 1: Locate Neck Position**

+1 Neck Score  
**+1 Flexion latérale du cou**

**Step 2: Locate Trunk Position**

+0 Flexion du tronc

**Step 3: Legs**

+2 Leg Score  
**+0 flexion du genou 30°**

**Step 4: Look-up Posture Score in Table A**  
Using values from steps 1-3 above, Locate score in Table A: **4** (Posture Score A)

**Step 5: Add Force/Load Score**  
If load < 11 lbs.: +0  
If load 11 to 22 lbs.: +1  
If load > 22 lbs.: +2  
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1  
Force / Load Score: **+0**

**Step 6: Score A, Find Row in Table C**  
Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C. **4** (Score A)

**B. Arm and Wrist Analysis**

**Step 7: Locate Upper Arm Position:**

+4 Upper Arm Score  
**+2**

**Step 8: Locate Lower Arm Position:**

+2 Lower Arm Score  
**+2**

**Step 9: Locate Wrist Position:**

+2 Wrist Score  
**+2**

**Step 10: Look-up Posture Score in Table B**  
Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B: **9** (Posture Score B)

**Step 11: Add Coupling Score**  
Well fitting Handle and mid range power grip, **good**: +0  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part, **fair**: +1  
Hand hold not acceptable but possible, **poor**: +2  
No handles, awkward, unsafe with any body part, **Unacceptable**: +3  
Coupling Score: **+0**

**Step 12: Score B, Find Column in Table C**  
Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score. **9** (Score B)

**Step 13: Activity Score**  
+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base  
Activity Score: **+2**

**8** (Table C Score) + **2** (Activity Score) = **10** (REBA Score)

**8-10** high risk, investigate and implement change

$$8 + 2 = 10$$

Table C Score    Activity Score    REBA Score

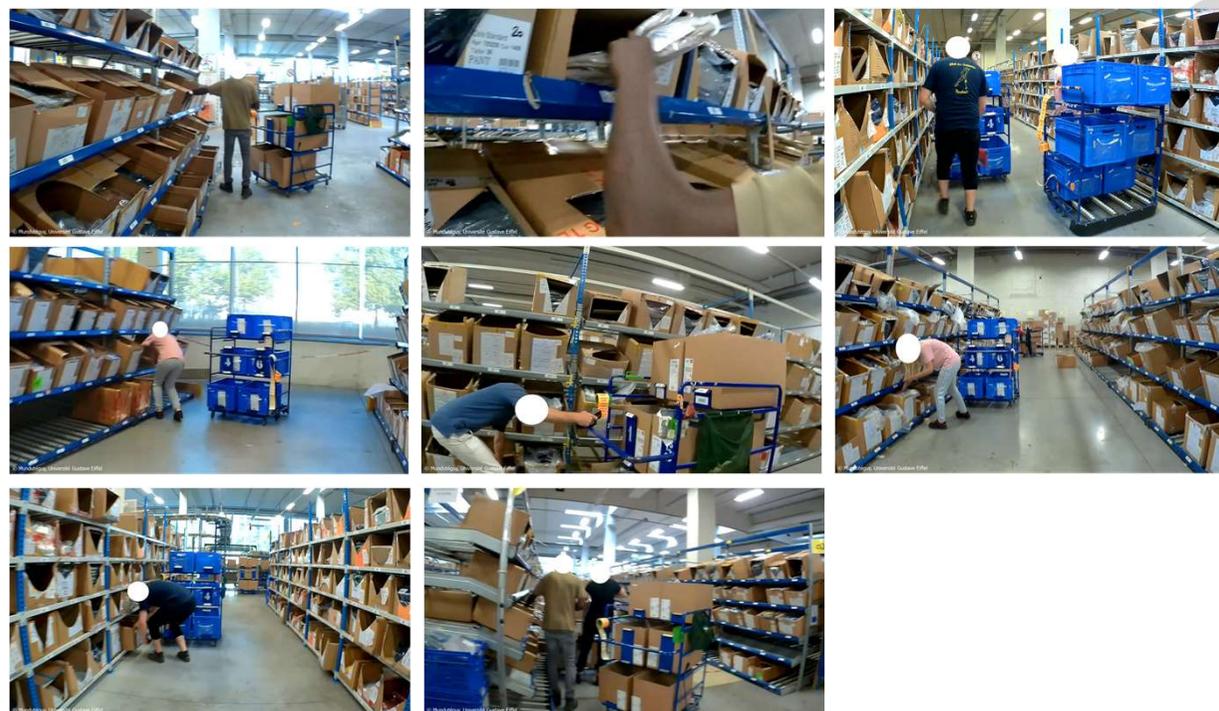
## La préparation de commande

*Des gestes et postures variablement pénibles – les prises difficiles*

L'agent s'y prend à plusieurs reprises pour saisir une pièce ou le geste de préhension est jugé difficile ou non acceptable.

### Principales causes :

- Inadéquation entre la taille de la pièce et le niveau d'ouverture du carton ;
- Nombre d'articles en une prise du fait du poids et/ou le fait qu'ils glissent entre eux ;
- Carton coincé à mi-parcours du rack ;
- Présence d'intercalaires en carton ;
- Derniers articles dans le carton avec un film plastique ;
- Inadéquation de l'ouverture du carton avec le niveau ou le type de rack ;
- Accès au carton difficile ;
- ...



# La préparation de commande

## Synthèse des cotations REBA pour le prélèvement

Score	Level of MSD Risk
1	negligible risk, no action required
2-3	low risk, change may be needed
4-7	medium risk, further investigation, change soon
8-10	high risk, investigate and implement change
11+	very high risk, implement change

Opérateur.trice	Niveau de prise										Commentaire
	1	1*	2	2*	3	3*	4	4*	5	5*	
Opérateur 1 - E-com	11		7		7	8	6		8		Niv 1* variante : carton ouverture haut presque vide.
Opératrice 2 - E-com	12	11	6		10		10		10		Niv 1* et Niv 3* variante : action répétée > 4/min. , carton ouvert haut rack statique, carton quasi vide...
Opératrice 3 - Réa plié	11		9		8		11		9		Niv 2* et Niv 4* variante carton quasi vide, ou carton ouvert haut dans rack statique
Opérateur 4 – E-com	9	11	4	12	5	6	3	9			Niv 3* variante : carton haut (voir dimensions) ouvert par le haut
Agent 7 – EC et RP	10	11	7	8			7		6	7	Niv 5* variante : carton quasi vide, action répétée plus de 4 fois par minute...
Opérateur 6 - Réa plié	9	10	6	11	5	7	5	11			
Opérateur 7 – Réa plié	5						3	7	5	6	* carton rempli sur rack dynamique...
Moyenne	9,57	10,75	6,5	10,33	7	7	6,43	9	7,6	6,5	

### Variations interindividuelles :

- Impact de la taille de la personne
- du mode opératoire
- des stratégies de préservation

### Variations intra-individuelles :

- Type de rack
- Type de carton et d'ouverture
- Niveau de remplissage du carton
- Type d'article
- Etat de fatigue
- Stratégies de préservation présentes ou absentes

## La préparation de commande

*Un cas de tâche ignorée de la mesure de productivité – l'entretien de l'espace de prélèvement*

	Prép.	Durée	Nbre allées	Prise				Déplacement			Dépose		
				sur rack	au sol	sur un chariot	Total	Fréq (/min.)	Sur son chariot	au sol	à la main	Sur convoyeur	% des prises
Réassort plié	Op 1 - RTT1	15'50"	8	14	0	2	16	1,01	11	1	3	0	0
	Op 1 - RPT2	15'07"	4	7	0	2	9	0,60	6	1	3	5	55,56
	Op 1 - RPT3	21'11"	2	4	0	4	8	0,38	3	0	2	1	12,50
	Op 1 - RPT4	13'06"	4	3	0	0	3	0,23	1	0	0	1	33,33
	Op 1 - RPT5	12'26"	3	4	0	0	4	0,32	3	1	0	1	25
	Op 4 - RPT1	17'56"	4	5	0	0	5	0,33	4	1	3	5	83,33
	Op 5 - RPT1	28'37"	6	5	0	1	6	0,21	3	0	3	6	100
	Op 7 - RPT1	15'02"	13	5	2	0	7	0,47	6	4	1	7	100
	Op 8 - RPT2	32'02"	6	8	1	0	9	0,28	7	0	1	6	66,67
	OP 8 - RPT3	29'36"	7	2	0	0	2	0,07	0	0	1	2	100
Moyenne	19'18"	5,36	5,70	0,40	0,90	7	0,39	4,40	0,80	1,70	3,40	48,57	
Ecart-type	7'27"	3,20	3,40	1,37	0,70	3,97		3,20	1,23	1,25	2,63		
E-commerce	OP 2 - ECT1	22'46"	23	7	0	0	7	0,31	6	0	1	5	71,43
	Op 3 - ECT1	24'47"	24	0	2	1	3	0,12	1	0	1	1	33,33
	Op 3 - ECT2	21'28"	15	2	0	0	2	0,09	2	0	0	0	100
	Op 3 - ECT3	24'05"	15	2	1	0	3	0,12	3	0	0	2	66,67
	Op 6 - ECT1	23'42"	19	0	1	3	4	0,17	2	0	2	4	100
	Op 7 - ECT1	22'30"	29	4	2	4	10	0,44	5	0	0	0	0
	Moyenne	23'13"	20,83	2,50	1	1,30	4,80	0,20	3,20	0	0,70	2,30	48,28
Ecart-type	1'12"	5,53	2,70	0,90	1,80	3,20		1,90	0	0,80	1,90		

➤ Les cartons vides sont principalement pris sur les racks à la suite d'un prélèvement. Dans un 2<sup>nd</sup> temps, ils le sont sur le chariot d'un collègue puis au sol (potentiellement devant un autre chariot).

➤ La moitié des cartons vides pris par un·e préparateur·trice est déposée sur la convoyeur par un·e autre.

➤ Préparateurs·trices en e-commerce ou en réassort plié ne se distinguent pas dans leur prise en charge des cartons vides.

➤ La gestion des déchets: une activité collective cachée

# La préparation de commande

*Un cas de tâche ignorée de la mesure de productivité – l’entretien de l’espace de prélèvement*

## Des effets sur la dépose

Dépose du côté opposé au port du pda



REBA Score 7

REBA Score 9

REBA Score 10

Dépose du côté du port du pda



REBA Score 6

REBA Score 7

REBA Score 10

## Des effets sur le déplacement



Manutention supplémentaire

Perte de visibilité

Perte de manœuvrabilité

⇒ Risque de collision

⇒ Risque de chute

⇒ Déplacement supplémentaire



**QUESTION DE POINTS DE VUE**

## Les mondes de cette recherche

Un monde professionnel est « *un ensemble d'arrière plans (d'implicites) conceptuels, pratiques et axiologiques qui forment système avec l'objet de l'action* ».

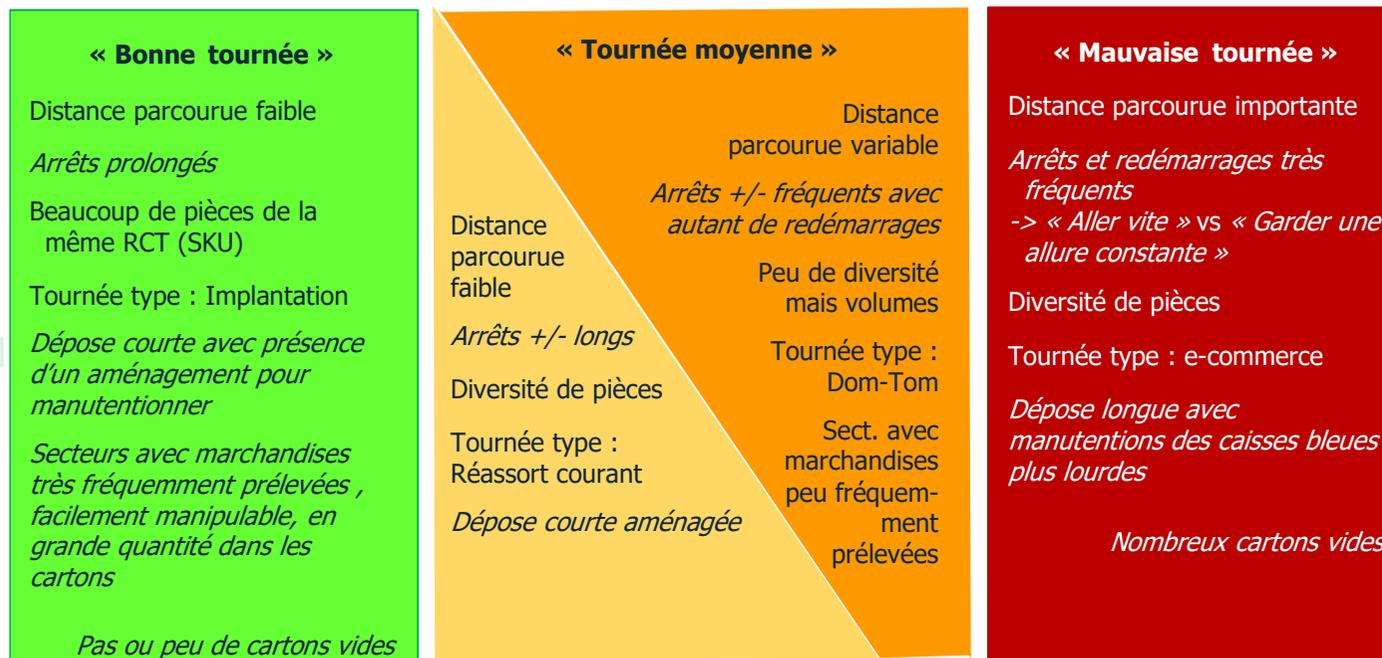
(Béguin, 2010, p.77)

- Le monde des agents,
- Le monde des analystes
- Le monde des modélisateurs...

« Le réalisme pluraliste » (Hacking, 2005)

# La pénibilité du point de vue des agents

Les « bonnes » et les « mauvaises » tournées



• Poids du chariot +/-  
 • Faible fréquence des arrêts et des redémarrages

• Poids du chariot ++  
 • Fréquence élevée des arrêts et des redémarrages

Excellente productivité « Faible » productivité

# La pénibilité du point de vue des analystes

De la diversité, de la variabilité et des variables situationnelles

	Variables déterminant les contraintes			
	du déplacement	du prélèvement	du dépôt du produit	de la gestion des déchets
Préparateur-trice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Taille</b> de l'opérateur/opératrice</li> <li>• <b>Morphologie</b> (hauteur jambe/hauteur de buste)</li> </ul>			
Zone d'activité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Nbre d'allées et de secteurs parcouru(e)s</b></li> <li>• <b>Niv. d'encombrement</b> ou nbre de préparateurs présents dans la zone de circulation</li> <li>• <b>Présence ou non d'obstacles</b> (pilier, carton, chariot...)</li> <li>• <b>Possibilité ou non de contournement des obstacles</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Type de rack</b> (dynamique vs statique, nombre de niveaux)</li> <li>• <b>Hauteur de prise</b> (niveaux)</li> <li>• <b>Type d'ouverture du carton</b> (sur le haut, frontale, en V ou demi-lune, taille d'ouverture...)</li> <li>• <b>Niveau de remplissage du contenant</b></li> <li>• <b>Accessibilité du carton</b> (carton bloqué à mi-parcours dans le rack vs carton au bord du rack, présence d'un chariot ou d'un-e préparateur-trice devant...)</li> <li>• <b>Conditionnement</b> (présence ou non de film plastique, d'intercalaire en carton...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Type de contenant</b> (carton ou caisse de e-commerce)</li> <li>• <b>Position verticale du contenant</b> (niveau bas, médian, ou haut du chariot)</li> <li>• <b>Accessibilité du contenu du contenant</b> (présence ou non d'un carton vide sur les contenants hauts)</li> <li>• <b>Position horizontale du contenant</b> (droite/gauche)</li> <li>• <b>Niveau de chargement du contenant</b></li> <li>• <b>Mode de chargement</b> (gerbage vs rangement)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Conservation du déchet ou déplacement jusqu'à un point de recueil</b> (convoyeur ou une poubelle).</li> </ul>
Position du préparateur-trice par rapport au rack			<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Position de l'agent</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Face au rack</b> (Déplacement longitudinal parallèle au rack et rotation complète du tronc vers le rack)</li> <li>• <b>De trois-quarts</b> (Rotation du chariot amorcée, rotation partielle du tronc pour prélever de l'autre côté de l'allée (fin d'allée))</li> </ul> </li> </ul>	
Chariot et contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Type de contenant</b> (caisse en plastique pour e-commerce ou carton pour réassort plié)</li> <li>• <b>Niveau de remplissage des contenants</b> (⇒ Poids du chariot)</li> <li>• <b>Mode de remplissage</b> (gerbage vs rangement)</li> <li>• <b>Présence ou non de carton vide</b> (devant ou sur le chariot)</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zone de dépôt du carton vide</b> (au-dessus ou devant le chariot)</li> </ul>
pda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gardé à la main</b></li> <li>• <b>Déposé dans un emplacement dédié du chariot</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Port de la main droite</b> (chariot poussé)</li> <li>• <b>Port de la main gauche</b> (chariot tiré)</li> </ul>		
Produit	<b>Type de produit</b> (ceinture, cravate, tee-shirt... doudoune) [taille, poids, volume]			<b>Type de déchet</b> (carton vide, film plastique...)

## Diversité :

- des agents
- des équipements
- des produits
- des moments de la journée
- des jours
- des saisons...

## Variabilité :

- des situations = agent  
x type de tournée  
x secteur  
x rack  
x emplacement  
x ouverture carton  
x niv. remplissage  
x produit
- des incidents liés :  
allée  
x secteur  
x rack  
x emplacement  
x produit,  
x étiquetage,  
x conditionnement

→ **Automatisation non envisagée**

# La pénibilité du point de vue des analystes à celui des modélisateurs

## Des variables situationnelles

	Variables déterminant les contraintes			
	du déplacement	du prélèvement	<del>du dépôt du produit</del>	<del>de la gestion des déchets</del>
Préparateur-trice	<ul style="list-style-type: none"> <li><del>Taille de l'opérateur/opératrice</del></li> <li><del>Morphologie (hauteur jambe/hauteur de buste)</del></li> </ul>			
Zone d'activité	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nbre d'allées et de secteurs parcouru(e)s</li> <li>Niv. d'encombrement ou nbre de préparateurs présents dans la zone de circulation</li> <li>Présence ou non d'obstacles (pilier, carton, chariot...)</li> <li>Possibilité ou non de contournement des obstacles</li> <li>Abandon des sens de circulation et des voies de circulation réservées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Type de rack (dynamique vs statique, nombre de niveaux)</li> <li>Hauteur de prise (niveaux)</li> <li>Type d'ouverture du carton (sur le haut, frontale, en V ou demi-lune, taille d'ouverture...)</li> <li>Niveau de remplissage du contenant</li> <li>Accessibilité du carton (carton bloqué à mi-parcours dans le rack vs carton au bord du rack, présence d'un chariot ou d'un-e préparateur-trice devant...)</li> <li>Conditionnement (présence ou non de film plastique, d'intercalaire en carton...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Type de contenant (carton ou caisse de e-commerce)</li> <li>Position verticale du contenant (niveau bas, médian, ou haut du chariot)</li> <li>Accessibilité du contenu du contenant (présence ou non d'un carton vide sur les contenants hauts)</li> <li>Position horizontale du contenant (droite/gauche)</li> <li>Niveau de chargement du contenant</li> <li>Mode de chargement (gerbage vs rangement)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><del>Conservation du déchet ou déplacement jusqu'à un point de recueil (convoyeur ou une poubelle).</del></li> </ul>
<del>Position du préparateur-trice par rapport au rack</del>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Position de l'agent                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Face au rack (Déplacement longitudinal parallèle au rack et rotation complète du tronc vers le rack)</li> <li>De trois-quarts (Rotation du chariot amorcée, rotation partielle du tronc pour prélever de l'autre côté de l'allée (fin d'allée))</li> </ul> </li> </ul>		
Chariot et contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Type de contenant (caisse en plastique pour e-commerce ou carton pour réassort plié)</li> <li>Niveau de remplissage des contenants (⇒ Poids du chariot)</li> <li>Mode de remplissage (gerbage vs rangement)</li> <li>Présence ou non de carton vide (devant ou sur le chariot)</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li><del>Zone de dépôt du carton vide (au dessus ou devant le chariot)</del></li> </ul>
<del>pda</del>	<ul style="list-style-type: none"> <li><del>Gardé à la main</del></li> <li><del>Déposé dans un emplacement dédié du chariot</del></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><del>Port de la main droite (chariot poussé)</del></li> <li><del>Port de la main gauche (chariot tiré)</del></li> </ul>		
Produit		Type de produit (ceinture, cravate, tee-shirt... doudoune) [taille, poids, volume]		Type de déchet (carton vide, film plastique...)

Non prise en compte de l'interdépendance des secteurs d'activité (stockage, expédition...)

Tenir compte de toutes les variables entrainerait trop de combinatoires...

Certains paramètres sont trop spécifiques à la situation !

# La pénibilité du point de vue des modélisateurs

Des variables situationnelles restreintes



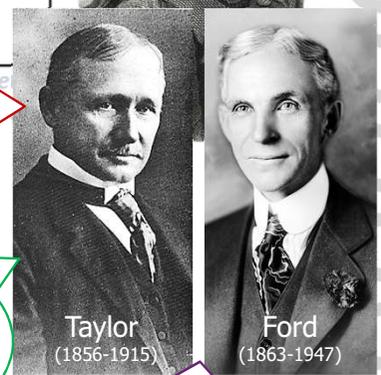
Organisation scientifique du travail

« Pourrait-on avoir un indice de récupération ? »

	Variables déterminant les contraintes		
	du déplacement	du prélèvement	du dépôt du produit
Préparateur-trice	<ul style="list-style-type: none"> <li>Taille de l'opérateur/opératrice ?</li> <li>Morphologie (hauteur jambe/hauteur de buste)</li> </ul>		
Zone d'activité	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nbre d'allées et de secteurs parcouru(e)s</li> <li>Niv. d'encombrement ou nbre de préparateurs présents dans la zone de circulation</li> <li>Présence ou non d'obstacles (pilier, carton, chariot...)</li> <li>Possibilité ou non de contournement des obstacles</li> <li>Abandon des sens de circulation et des voies de circulation réservées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Type de rack (dynamique vs statique, nombre de niveaux)</li> <li>Hauteur de prise (niveaux)</li> <li>Type d'ouverture du carton (sur le haut, frontale, en V ou demi-lune, taille d'ouverture...)</li> <li>Niveau de remplissage du contenant</li> <li>Accessibilité du carton (carton bloqué à mi-parcours dans le rack vs carton au bord du rack, présence d'un chariot ou d'un-e préparateur-trice devant...)</li> <li>Conditionnement (présence ou non de film plastique, d'intercalaire en carton...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Type de contenant (casse de e-commerce)</li> <li>Position verticale du contenu (niveau bas, médian, ou haut)</li> <li>Accessibilité du contenu du contenant (présence ou non d'un carton vide sur les contenants)</li> <li>Position horizontale (droite/gauche)</li> <li>Niveau de chargement</li> <li>Mode de chargement (gerbage, rangement)</li> </ul>
Position du préparateur-trice par rapport au rack	<ul style="list-style-type: none"> <li>Position de l'agent                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Face au rack (Déplacement longitudinal parallèle au rack et rotation complète du tronc vers le rack)</li> <li>De trois-quarts (Rotation du chariot amorcée, rotation partielle du tronc pour prélever de l'autre côté de l'allée (fin d'allée))</li> </ul> </li> </ul>		
Chariot et contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Type de contenant (casse en plastique pour e-commerce ou carton pour réassort plié)</li> <li>Niveau de remplissage des contenants (⇒ Poids du chariot)</li> <li>Mode de remplissage (gerbage vs rangement)</li> <li>Présence ou non de carton vide (devant ou sur le chariot)</li> </ul>		
Port	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gardé à la main</li> <li>Déposé dans un emplacement dédié du chariot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Port de la main droite (chariot poussé)</li> <li>Port de la main gauche (chariot tiré)</li> </ul>	
Produit	Type de produit (ceinture, cravate, tee-shirt... doudoune) [taille, poids, volume]		Type de déchet (carton vide, film plastique...)

« Quelle fréquence de prélèvement est-elle acceptable pour les agents ? »

« A partir de quand peut-on considérer que les agents ont récupéré des prélèvements pénibles qu'ils viennent de réaliser ? »



« Ne pourrait-on pas définir un coefficient de pénibilité ? »

- Turnover ↗
- Arrêts de travail ↗
- TMS ↗
- Dépenses de santé ↗
- Situations de blocage
- Qualité menacée



Chaplin, C., 1936, Modern times

# La pénibilité du point de vue des modélisateurs

*Des variables situationnelles restreintes*

## Congestion and graph transformation

- Considering congestion
  - For each picker we need to know the timing
  - Time variables has not been considered in JOBPRP
- Structure of optimal solutions [Ratliff and Rosenthal, 1983]
  - Nodes can be visited at most four times
  - Arcs can be visited at most once
- Not possible to add a single time variable for each node
- Graph transformation is necessary

◀ ▶ ⏪ ⏩ 🔍 ↺  
 JOBPRP including congestion    Wednesday 8<sup>th</sup> June, 2022    14 / 22

Torrealba-Gonzalez, P., Feillet, D., Ogier, M., Semet, F. (2022). Joint Order Batching and Picker Routing Problem including congestion, Project meeting, 2022/06/08

Flux de circulation alloués  
 à l’approvisionnement  
 et au prélèvement non retenus

*Paramètres trop spécifiques à la situation !*

Mais pour maintenir les délais de livraison du e-commerce

- ⇒ réapprovisionnements // prélèvements
- ⇒ circulations pédestres // circulations avec engins
- ⇒ Maintien de la sécurité nécessite des flux indépendants

## Au final...

Le modèle se limite à la **dimension productive de l'activité**

alors qu'il propose d'intégrer la pénibilité dans l'affectation des ressources humaines.

Il omet...

la **diversité** des travailleurs ;

la **variabilité** des situations et leur dynamique ;

la **part cachée de l'activité**, ignorée des critères de productivité et hors de toute traçabilité ;

la **dimension constructive de l'activité** ;

l'**effet cumulatif de la pénibilité** sur le long terme.

Bien qu'ils déterminent tous le niveau de pénibilité subi par chacun.

Or avec ses résultats, le modèle devient **prescripteur**

de la **production** (organisation, niveau de performance attendu, conditions de réalisation...) ;

voire de la **législation** (droit du travail, détermination des niveaux de pénibilité...).



Qu'est-ce qu'un beau modèle ?



# DISCUSSION



## Les mondes de cette recherche

Un monde professionnel est « *un ensemble d'arrière plans (d'implicites) conceptuels, axiologiques et praxiques qui forment système avec l'objet de l'action* ».

(Béguin, 2010, p.77)

- Le monde des travailleurs,
  - Le monde des analystes
  - Le monde des modélisateurs...
- } « Le réalisme pluraliste » (Hacking, 2005)

- ⇒ Des mondes « donnés » dans les situations de travail (Canguilhem, 1947, 1965)
- ⇒ et/ou des mondes créés dans le modèle et dans la situation de travail

Quel « Monde commun » dans les rapports de composition et d'articulation entre les mondes professionnels ?

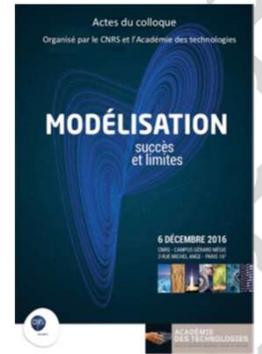
## La modélisation – petit retour historique

Modéliser : « (...) *choisir, concevoir ou produire un ou des modèles pour lesquels on a les moyens de les évaluer comme étant parmi les plus performants dans une ou plusieurs des fonctions de connaissance attendues (cognition pratique ou théorique), cela dans un cadre donné* ». (Varenne, 2016)

Modèle : « *Pour un observateur B, un objet A\* est un modèle d'un objet A dans la mesure où B peut utiliser A\* pour répondre à des questions qui l'intéressent au sujet de A* ». (Minsky, 1965)

- ⇒ Modèle ≠ représentation
- ⇒ Modèle = grille de lecture, filtre, lentille grossissante pour un observateur particulier pour une question donnée ou un ensemble de questions préalablement définies
- ⇒ Modèle = objet, un système symbolique médiatique facilitateur

Recourt au modèle quand le questionnement ne peut être direct



06/12/2016 Colloque  
coorganisé par la CNRS  
et l'Académie des  
Technologies

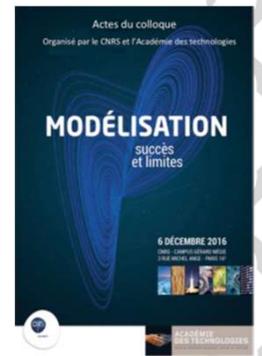
## La fonction des modèles : une facilitation de médiation

Les fonctions des modèles (Varenne, 2014, 2016) :

1. **Faciliter une observation**, une expérimentation soit l'accès sensible et/ou le rapport interactif avec l'objet cible (Vérin, 1993).
2. **Faciliter une présentation intelligible** en agissant sur la compréhension, la sélection et la classification des entités pertinentes, la reproduction et l'extrapolation d'une évolution observable, l'explication d'un phénomène, la compréhension d'un phénomène en donnant à voir les principes gouvernant une dynamique d'ensemble proche de celle qui est observée (Vérin, 1993).
3. **Faciliter une théorisation** en facilitant l'élaboration d'une théorie, en interprétant ou en illustrant une théorie, en testant la cohérence, en facilitant l'application ou l'hybridation de la théorie (Bouleau, 1999).
4. **Faciliter la médiation entre discours** en facilitant la communication interdisciplinaire, l'écoute, la délibération et la concertation, la co-construction d'hypothèses de gestion.
5. **Faciliter la médiation entre représentation et action** en facilitant la décision et l'action rapides dans un contexte complexe, dans un contexte où le modèle est auto-réalisateur (et cycliquement auto-réfutants).

Un modèle assurerait 2 ou 3 fonctions.

→ Nécessité de cerner les fonctions visées au préalable



06/12/2016 Colloque  
coorganisé par la CNRS  
et l'Académie des  
Technologies

## Comment passer de la pluridisciplinarité à l'inter-disciplinarité ?

- 1) Construire une intelligibilité mutuelle (Garfinkel, 1967)
- 2) Faciliter le dialogue à « l'interface » entre les mondes professionnels (Long, 2004)
- 3) Créer un « contexte » (Hakkarainen, Palonen, Paavola, Lehtinen, 2004))

**Christophe Mundutéguy**

[christophe.munduteguy@univ-eiffel.fr](mailto:christophe.munduteguy@univ-eiffel.fr)

