Institut National de Recherche et de Sécurité

note scientifique & technique

La planification par l'exploitant dans le transport routier de marchandises : enseignements et perspectives issus d'une démarche d'analyse empirique

Partie 3

NS 331 NOTE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

La planification par l'exploitant dans le transport routier de marchandises : enseignements et perspectives issus d'une démarche d'analyse empirique

Partie 3

Koosha Kadhemi, Université de Toulouse
Julien Cegarra, Université de Toulouse
Virginie Govaere, INRS HT-EPAP
Liên Wioland, INRS HT-EPAP

Département Homme au travail
Laboratoire Ergonomie et psychologie appliquées à la prévention

Publication réalisée dans le cadre de l'étude A.8/1.025
« **Prévention dans le transport et la logistique : évolutions technologiques et organisationnelles dans des entreprises en réseau** »

NS 331
février 2015

Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
Siège social : 65, boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris • Tél. 01 40 44 30 00
Centre de Lorraine : 1, rue du Morvan CS 60027 54519 Vandœuvre-les-Nancy cedex • Tél. 03 83 50 20 00

La planification par l'exploitant dans le transport routier de marchandises : enseignements et perspectives issus d'une démarche d'analyse empirique

(Partie 3)

Koosha KADHEMI[1], Julien CEGARRA[1], Virginie GOVAERE[2], Liên WIOLAND[2]

[1] EQUIPE CSDV-ISAE, UNIVERSITE DE TOULOUSE, CENTRE UNIVERSITAIRE J-F CHAMPOLLION, PLACE VERDUN, 81012 ALBI CEDEX 9, FRANCE – KOOSHA.KHADEMI@UNIV-JFC.FR – JULIEN.CEGARRA@UNIV-JFC.FR

[2] INRS, DEPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL, AVENUE DE BOURGOGNE, 54500 VANDŒUVRE-LES-NANCY, FRANCE –

Préambule

Les travaux réalisés à l'INRS dans le cadre des études et recherches autour des effets en termes de santé et de sécurité des évolutions organisationnelles et technologiques dans le secteur du Transport Routier de Marchandises et de la Logistique (études A8/1.018, A8/1.024, A8/1.025) pointent le rôle primordial de l'agent d'exploitation quant à la qualité et la sécurité des transports. En effet, celui-ci se situe au carrefour des échanges entre la direction, les conducteurs, les partenaires et les clients. Son activité s'articule principalement autour de l'organisation, de la planification et du suivi des tournées de transport. Ainsi, l'exploitant est en charge de choisir le véhicule selon la nature de la marchandise, de réaliser les plannings en affectant les conducteurs et de fixer les heures de départ et d'arrivée. Il fixe également les fenêtres temporelles des livraisons et l'ordre de passage lorsque plusieurs destinataires sont concernés par la même tournée. Pendant un transport, l'exploitant endosse plutôt un rôle de superviseur en restant en permanence en contact avec les conducteurs pour apporter du soutien ou de nouvelles consignes, en assurant le suivi de commande aux clients et en gérant tous types d'imprévus. Cette dernière dimension est d'autant plus fondamentale que l'environnement du transport est dynamique, puisqu'il est soumis à de nombreuses évolutions non contrôlées par l'exploitant (accidents, pannes, conditions météorologiques, etc.).

Pourtant, les études sur l'activité de l'exploitant transport et les risques auxquels il est exposé sont rares dans la littérature en Ergonomie. Une collaboration initiée en 2012 avec le laboratoire CLLE[1], et plus particulièrement avec sa composante « Compatibilité entre Système Humain et Système Artificiel », vise à combler ce vide. Une réflexion approfondie autour de l'activité de l'exploitant transport et de ses processus cognitifs, dont la gestion de l'incertitude, occupent une place centrale dans la démarche d'analyse.

Le fruit de cette collaboration est rapporté sous forme de 3 rapports constituant les étapes du projet. Ceux-ci sont intitulés :

1. La planification par l'exploitant dans le transport routier de marchandise : contributions théoriques et méthodologiques
2. La planification par l'exploitant dans le transport routier de marchandise : méthode d'analyse et perspectives d'application inter-domaines
3. La planification par l'exploitant dans le transport routier de marchandise : enseignements et perspectives issus d'une démarche d'analyse empirique

A travers le rapport « la planification dans le transport routier de marchandise : contributions théoriques et méthodologiques », un état de l'art sur les fondements théoriques de la planification

[1] CLLE : Laboratoire Cognition, Langues, Langage et Ergonomie de l'Université de Toulouse Jean Jaurès.

est proposé. Ce premier document introduit également les éléments initiaux pour la conception d'une méthode d'analyse adaptée à l'activité de l'exploitant.

Le second rapport intitulé « la planification dans le transport routier de marchandise : méthode d'analyse et perspectives d'application inter-domaines » propose une formalisation et une application de la méthode d'analyse, basée sur un traitement des protocoles. En plus d'une définition détaillée de la méthode conçue, ce rapport introduit le déploiement de la méthode au sein d'une entreprise. Une typologie des différentes dimensions de la planification est également proposée dans ce rapport. Celle-ci représente une base de référence pour la mise en œuvre d'une démarche de comparaison inter-domaines. Cette mise en œuvre dans un second secteur d'activité (le soin à domicile) fera l'objet d'un quatrième rapport attendu en 2016.

Le troisième rapport, « la planification dans le transport routier de marchandise : enseignements et perspectives issus d'une démarche d'analyse empirique », est dédié à l'analyse de l'activité de l'exploitant, basée sur le traitement de données recueillies en conditions réelles de travail. L'ensemble des travaux entrepris dans les deux premiers rapports, dont l'analyse bibliographique, l'analyse d'un premier terrain de pré-étude et l'exploration préliminaire des résultats permettent de dégager 3 thématiques majeures : l'activité de l'exploitant, les processus cognitifs mis en jeu dans cette activité et la gestion de l'incertitude dans cette activité. En termes de prévention, les résultats permettent d'identifier des pistes d'actions, notamment au niveau d'éventuels systèmes d'aides à la gestion de l'incertitude.

Ce travail ne prétend pas proposer une description exhaustive de l'activité de l'exploitant, et nul doute que ces résultats peuvent être largement complétés. Cependant, en adoptant des approches différentes, nous avons veillé à ce que le portrait de l'activité soit dressé à travers plusieurs angles de vue. Les approches quantitatives ou qualitatives, statiques ou dynamiques se sont succédées tout au long de la collaboration afin d'éviter toutes conclusions réductrices, sur une activité qui demeure complexe et peu connue.

Sommaire

Préambule 2

Introduction générale 5

1. Rappels méthodologiques 6
2. Présentation du terrain d'étude 7
3. Echantillon et présentation des résultats 8

Chapitre 1 : Description générale de l'activité de l'exploitant transport 9

1. Analyse des tâches de l'exploitant dans l'entreprise M 9
2. Environnement matériel et humain de l'exploitant transport 11
3. Analyse des composantes et des contraintes de l'activité : confrontation avec un modèle théorique 14

Chapitre2 : Processus cognitifs généraux mis en jeu dans l'activité de l'exploitant 18

1. Approche statique des processus cognitifs 19
2. Approche dynamique des processus cognitifs 24

Chapitre 3 : Gestion de l'incertitude dans l'activité de l'exploitant 27

1. Cadre théorique de l'incertitude 28
2. Détection des sources d'incertitude 31
3. Stratégies de gestion de l'incertitude 33
4. Synthèse des résultats 36

Chapitre 4 : Bilan méthodologique et formalisation de la démarche d'analyse 39

1. Avantages de la méthode déployée 39
2. Limites de la méthode déployée 41

Conclusion générale 44

Références 46

Annexes 48

Introduction générale

Au même titre que de nombreux autres secteurs d'activité, le Transport Routier de Marchandises (TRM) doit actuellement faire face à un contexte socio-économique difficile. Des prix de carburants en hausse, une demande fluctuante, une forte concurrence intermodale et étrangère et une législation rigide sont autant d'éléments qui participent à la réduction des marges de manœuvre dans cette branche d'activité. Ce climat de morosité peut avoir d'importantes répercussions sur la santé et la sécurité de l'ensemble des acteurs du TRM, dont l'exploitant transport. En effet, la pérennité des entreprises de transport repose grandement sur leur performance de planification, dont la charge revient principalement à l'exploitant transport. Comprendre l'activité de l'exploitant, avec toute sa complexité sur le plan cognitif, apparait alors comme une étape primordiale, notamment dans une perspective d'assistance et d'optimisation à plus long terme.

Le présent manuscrit s'inscrit dans la continuité d'une démarche d'analyse ergonomique de l'activité de l'exploitant transport, initiée en 2012.

A travers le premier livrable, c'est tout d'abord un état de l'art sur les fondements théoriques de la planification qui a été proposé. Ce premier livrable a également introduit les éléments initiaux pour la conception d'une méthode d'analyse adaptée à l'activité de l'exploitant.

La deuxième étape de notre démarche a consisté en une formalisation et une application de la méthode d'analyse, basée sur un traitement des protocoles (Ericsson et Simon, 1984 ; 1993). Ainsi, en plus d'une définition détaillée de la méthode conçue, le livrable 2 a introduit le déploiement de cette méthode au sein d'une entreprise. De plus, une typologie des différentes dimensions de la planification a été proposée dans le livrable 2. Celle-ci représente une base de référence pour la mise en œuvre d'une démarche de comparaison inter-domaines. Cette comparaison fera l'objet d'un quatrième et dernier livrable programmé en 2015.

Dans la suite logique des livrables précédents, ce troisième livrable est dédié à l'analyse de l'activité de l'exploitant, basée sur le traitement de données recueilles en conditions réelles de travail. L'ensemble des travaux entrepris jusqu'à présent, dont l'analyse bibliographique, l'analyse d'un premier terrain de pré-étude et l'exploration préliminaire des résultats nous a permis de dégager les problématiques que nous proposons d'élucider à travers le présent manuscrit. Ainsi, ce livrable se structure autour de 3 thématiques majeures : l'activité de l'exploitant, les processus cognitifs mis en jeu dans cette activité et la gestion de l'incertitude dans cette activité.

Le premier chapitre porte sur une description approfondie de l'activité de l'exploitant. Il s'agit de dresser un portrait détaillé de l'activité, comprenant les tâches, le matériel, les composantes et les contraintes qui caractérisent l'activité de l'exploitant. La description proposée est confrontée à un

modèle existant, dans l'objectif de contribuer à l'évolution des modèles de l'activité d'exploitation dans le TRM.

Le deuxième chapitre traite les processus cognitifs mis en jeu pendant l'activité de l'exploitant. Ces processus cognitifs étant par définition non perceptibles, leur mise en évidence avec finesse représente l'un des principaux enjeux de notre démarche et de la méthode déployée.

Le troisième chapitre apporte des réponses à la question suivante : comment l'exploitant gère-t-il l'incertitude dans le cadre de son activité ? En effet, de par le dynamisme de l'environnement du TRM, nous avons pu mettre en évidence que l'incertitude était une dimension omniprésente dans la planification. C'est pourquoi cette troisième partie est dédiée à la détection des différentes sources d'incertitude, ainsi que l'analyse des différentes stratégies mises en place par l'opérateur pour y faire face.

Enfin, le quatrième et dernier chapitre de ce livrable est consacré à un bilan méthodologique, afin de mettre en lumière les avantages, mais aussi les limites de notre méthode d'analyse. Ces éléments seront formalisés dans le but d'optimiser une application future de la méthode, au sein de terrains différents.

Avant de présenter l'ensemble des résultats obtenus à travers les trois premiers chapitres qui vont suivre, il convient de rappeler en préambule la méthodologie mise en œuvre, les particularités du terrain d'étude, ainsi que les caractéristiques de l'échantillon des données.

1. Rappels méthodologiques

La méthode déployée consiste en une analyse des protocoles, qui sont un ensemble de données relatives à une situation de travail sur une période définie (Amalberti et Hoc, 1998). Enregistrés sous forme de vidéo, ces protocoles comprennent l'ensemble des verbalisations de l'exploitant, aussi bien les verbalisations simultanées à l'activité que celles provoquées, avec la consigne « pensez à voix haute ». D'autres données non verbales, telles que l'utilisation des outils ont également été prises en compte. L'ensemble des verbalisations a été retranscrit, puis divisé sous forme d'énoncés. Les énoncés sont des unités courtes de verbalisation, véhiculant une idée avec une seule activité cognitive sous-jacente. Exemple : «*Je regarde à quelle heure mon chauffeur va arriver* ».

L'ensemble des énoncés a par la suite été codé à travers un schème de codage pluridimensionnel. Le schème de codage ayant été décrit avec précision dans le rapport précédent, nous nous contentons ici d'un rappel succinct des trois dimensions. Celles-ci sont représentées à travers la Figure 1. Les modalités détaillées pour l'ensemble des variables de la méthode sont consultables à l'Annexe 1.

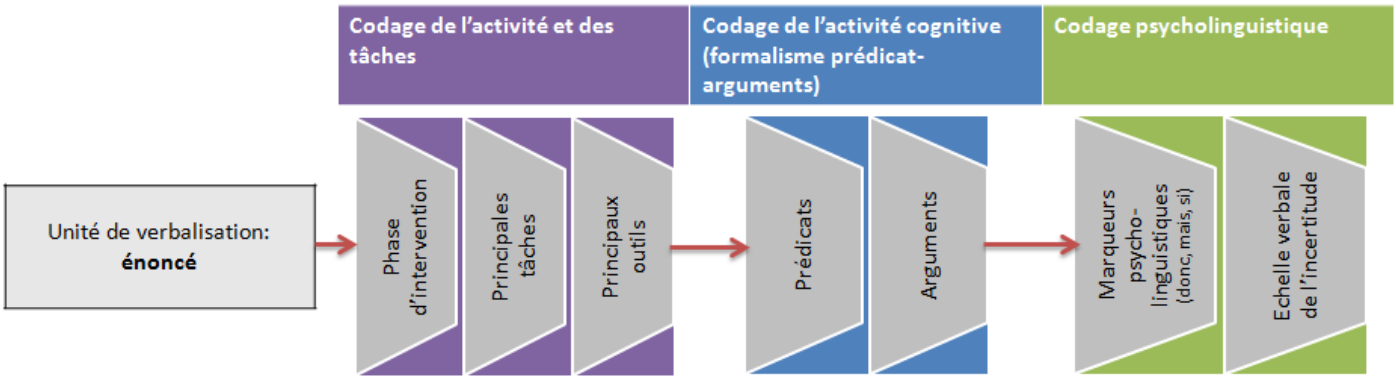


Fig.1 : Schème de codage pluridimensionnel

L'ensemble des énoncés a ainsi été codé à travers ce schème de codage. Le Tableau 2 illustre ce codage à travers l'exemple d'un énoncé extrait du protocole traité.

Enoncés	Nature des données	Activité et tâches			Codage prédicat-argument					Marqueurs psycholinguistiques	
		Phases	Tâche	Outil	Prédicat	Type-objet	But	Variable	Source	Connecteur (Donc, Si, Mais)	Echelle certitude
Je regarde s'il est disponible pour le mettre peut-être sur le voyage de demain pour Serge (Collègue)	Explication	Planification	Organisation des tournées à venir	Planning mural	GPI	Chauffeur	Répondre besoin collègue	Disponibilité	Planning mural	SI : Condition « disponibilité»	Peut-être : Incertitude

Tab. 1 : Exemple de codage de protocole

2. Présentation du terrain d'étude

Le recueil de données s'est déroulé au sein de l'entreprise M, entreprise de transport de taille moyenne (entre 50 à 100 véhicules) implantée dans le sud-ouest de la France. Sur le même site géographique, cette entreprise regroupe deux établissements distincts : le premier est désigné Transport M (TM) et le second, Transport TM (TMT). A travers une première phase d'analyse globale, nous avons répertorié les différences entre les deux établissements. Il est important d'intégrer ces particularités, puisqu'elles présentent de potentielles explications aux différences que nous pourrions observer. La description de l'entreprise M et les caractéristiques propres à chaque établissement sont synthétisées à travers le Tableau 2.

	Transport M (TM)	Transport MT (TMT)
Activité	▪ Secteur BTP, transport en benne et citerne : 100% de complet. Secteur dynamique et demandes très variables. ▪ 90% de clients habituels, avec des demandes très régulières (hebdomadaires).	▪ Transport en plateaux, transports agricoles et convois exceptionnels. 80% de complet, 20% de partiel. ▪ Clients : 50% habituels, 50% nouveaux. Fréquence de demande moins élevée.
Flotte	▪ 48 véhicules	▪ 17 véhicules
Secteur géographique	▪ Grand sud-ouest	▪ France + Benelux
Type de planification	▪ Planification à horizon temporel très court : principalement J-1 ▪ Planification individuelle ▪ Facturation et tâches administratives effectuées par secrétaire	▪ Planification à horizon temporel plus long : J-3 à J-7 ▪ Planification individuelle + participation ponctuelle du directeur ▪ Facturation et tâches administratives effectuées par secrétaire
Profil de l'exploitant	▪ 57 ans, 30 ans d'expérience dans le transport, formation sur le terrain (ancien conducteur)	▪ 30 ans, 3 ans d'expérience, formation académique classique.
Outil informatique	▪ Logiciel Eurotoll : simple géolocalisation	▪ Logiciel Transics : solution complète d'exploitation (Géolocalisation, messagerie, suivi des étapes de transport, etc.)

Tab. 2 : Spécificités du terrain d'étude

3. Echantillon et présentation des résultats

Le recueil de données au sein de l'entreprise M s'est déroulé sur 5 demi-journées. Ce sont en tout 40 heures d'enregistrements vidéo qui ont été traitées, soit 20 heures de protocoles par entité. Après la retranscription des données, celles-ci ont été découpées sous forme d'énoncés. Ainsi, les résultats qui vont être présentés portent sur un échantillon de 800 énoncés. Cela représente en moyenne 80 énoncés par demi-journée, avec une variation entre 77 et 86. Ce qui illustre une stabilité certaine entre le nombre d'énoncés et la durée d'activité.

Une des principales difficultés reconnues dans l'analyse des protocoles concerne la subjectivité des inférences de l'analyste, qui peut altérer la phase de codage. Pour évaluer l'impact de ce potentiel biais, la solution consiste à faire coder une partie des données par un second analyste. Ainsi, en comparant les résultats, nous sommes en mesure de révéler le niveau de reproductibilité de la méthode, indépendamment du profil et des convictions propres au chercheur ou à l'ergonome de terrain.

Ainsi, dans un objectif de mesurer l'indice de reproductibilité de la méthode conçue, une partie des données a été recodée par un second analyste. Après une phase de familiarisation au secteur du TRM

et de formation au schème de codage, 40% des énoncés (16H d'enregistrement) ont été codés par ce deuxième « juge ». Le score de correspondance inter-juge, portant sur l'ensemble des variables du schème de codage, est de **83,3%.** Le score obtenu nous permet d'accréditer la méthode conçue avec un niveau de reproductibilité tout à fait satisfaisant. Naturellement, cet indice apporte une légitimité supplémentaire aux résultats qui vont être présentés. Enfin, l'analyse plus approfondie des résultats du double-codage a mis en évidence de nombreux éléments à prendre en compte dans une perspective de reproduction de la méthode. Nous reviendrons sur ces éléments dans le chapitre 4 dédié au bilan méthodologique.

L'ensemble des résultats alimentant les trois chapitres suivants porte sur l'échantillon total des données (TM + TMT). Un test statistique (le Khi²) a systématiquement été appliqué afin de détecter une différence significative entre les deux établissements pour une variable donnée. Lorsque celui-ci est positif, alors les résultats propres à chaque entité sont présentés. En se référant aux spécificités de chaque établissement (Tableau 1), de potentielles pistes d'interprétation sont avancées.

Enfin, l'ensemble des graphiques est accompagné d'un récapitulatif du schème de codage pluridimensionnel, indiquant de quelle(s) variable(s) les résultats sont issus.

Chapitre 1 : Description générale de l'activité de l'exploitant transport

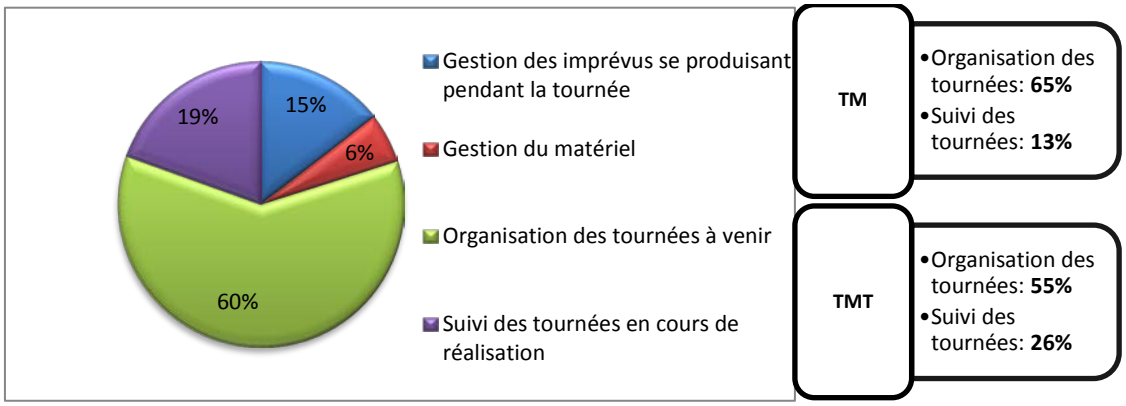
Décrire une activité de manière globale n'est pas la première vocation de la méthode proposée. En effet, l'accès à des données telles que la répartition des tâches, la fréquence d'utilisation des outils ou la détection des principales contraintes pourrait se faire à travers des méthodes traditionnelles (observation, entretien, etc.), beaucoup moins chronophages. Cependant, une analyse fine, notamment au niveau cognitif, ne peut se réaliser sans appréhender au préalable toutes les caractéristiques de l'activité. Ainsi, ce premier chapitre vise à dresser un portrait de l'activité de l'exploitant au sein d'une entreprise de TRM. L'analyse des tâches, l'analyse de l'environnement humain et matériel ainsi que l'inventaire de l'ensemble des composantes et contraintes qui constituent l'activité de l'exploitant vont être successivement présentés au cours de ce chapitre. Enfin, ces éléments seront confrontés à un modèle existant de planification dans le TRM, afin d'apporter d'éventuelles contributions théoriques en se basant sur les données issues de la démarche empirique qui est la nôtre.

1. Analyse des tâches de l'exploitant dans l'entreprise M

Dans le cadre d'une analyse globale de l'activité, quatre tâches principales sont identifiées dans l'entreprise : l'organisation des tournées à venir, le suivi des tournées en cours de réalisation, la gestion des imprévus, qui correspond à une intervention dès lors que la planification initiale ne peut

être assurée, et enfin, la gestion du matériel. Cette dernière tâche, propre au terrain d'étude, concerne une activité annexe de l'établissement TM qui consiste à louer du matériel spécifique aux clients.

La Figure 2 met en exergue la répartition générale de l'activité de l'exploitant au sein de l'entreprise. Nous constatons que la tâche « organisation des tournées à venir » représente assez nettement la tâche la plus récurrente dans l'activité de l'exploitant (60%). A l'inverse, la « gestion du matériel » qui est une tâche spécifique à l'établissement TM reste une tâche très occasionnelle (6%). De plus, il existe des différences dans la répartition des tâches entre les deux entités (TM et TMT). Cette différence se situe notamment au niveau de la fréquence d'apparition des tâches « organisation de tournées » (65% chez TM, contre 55% chez TMT) et « suivi des tournées en cours de réalisation » (13% chez TM et 26% chez TMT). L'application d'un test de Khi² démontre que cette différence est statistiquement significative (χ^2 (3, N=781)=23,7, p<.000). Cette disparité peut trouver son interprétation à travers deux éléments : le pourcentage de clients habituels et le périmètre du secteur géographique. En effet, le pourcentage de clients habituels est plus élevé chez TM. Cela induit davantage « d'habitudes » entre les conducteurs et les clients, d'où un besoin de suivi moins important de la part de l'exploitant. De plus, le secteur géographique de TMT est bien plus étendu que celui de TM, qui se limite au grand sud-ouest. Les voyages étant significativement plus longs, il apparait logique que l'exploitant accorde une part plus grande de son activité au suivi de ses conducteurs en cours de réalisation. A l'inverse, l'exploitant chez TM consacre plus de temps à organiser les tournées en amont (65% contre 55% pour TMT). Cela s'explique notamment par une activité importante d'affectation des conducteurs, d'autant plus que ces derniers sont nettement plus nombreux que dans l'entité TMT (48 véhicules contre 17 à TMT).



Enoncés	Nature des données	Activité et tâches			Codage prédicat-argument					Marqueurs psycholinguistiques	
		Phases	Tâche	Outil	Prédicat	Type-objet	But	Variable	Source	Connecteur (Donc, Si, Mais)	Echelle certitude

Fig. 2 : Répartition des tâches de l'exploitant, basée sur la fréquence des énoncés

2. Environnement matériel et humain de l'exploitant transport

L'accomplissement des différentes tâches ne peut se réaliser sans les supports humains et matériels qui forment l'environnement de travail de l'exploitant. Le Tableau 3 récapitule les principaux outils répertoriés pour chaque établissement, avec leurs pourcentages de fréquence d'utilisation. Cette liste n'est pas exhaustive, puisque d'autres outils comme le fax, le mail peuvent également être utilisés. Cependant, au sein de l'entreprise étudiée, ceux-ci étaient principalement employés par une secrétaire qui transmet ensuite les informations aux exploitants. Quel que soit l'établissement, nous constatons que le téléphone est l'outil le plus utilisé par l'exploitant. De plus, le planning mural, et dans une moindre mesure, le planning papier sont d'autres outils fréquemment utilisés. A l'inverse, l'utilisation du logiciel d'exploitation présente une disparité entre les deux établissements. En effet, si le logiciel « Eurotoll » n'est utilisé que dans 7% des énoncés au sein de TM, son équivalent (Transics) est beaucoup plus exploité chez TMT (19%). La nature des logiciels peut être à l'origine de cette différence, puisque « Transics » est une solution complète d'exploitation avec de multiples fonctionnalités, alors que le logiciel Eurotoll ne dispose que de la géolocalisation. Le profil des exploitants pourrait être potentiellement une autre piste d'interprétation des différences dans l'utilisation de l'outil informatique. Cependant, nous ne disposons pas de suffisamment d'éléments pour affirmer une corrélation entre les différences interindividuelles et l'utilisation des supports informatiques.

Outils TM		Outils TMT	
Téléphone	**56%**	Téléphone	**39%**
Planning mural	**20%**	Planning mural	**27%**
Planning papier	**11%**	Transics	**19%**
Eurotoll	**7%**	Bourse de fret	**5%**
Bon de commande	**5%**	Carte géo	**4%**
Carte géo	**2%**	Planning papier	**3%**
		Bon de commande	**3%**

Enoncés	Nature des données	Activité et tâches			Codage prédicat-argument					Marqueurs psycholinguistiques	
		Phases	Tâche	Outil	Prédicat	Type-objet	But	Variable	Source	Connecteur (Donc, Si, Mais)	Echelle certitude

Tab.3 : Liste des outils utilisés par l'exploitant

En approfondissant la réflexion sur l'utilisation des outils répertoriés, un croisement entre les outils et les tâches a été réalisé. Le croisement de ces deux variables nous renseigne sur l'utilisation de certains outils en lien avec une tâche spécifique. Le Tableau 4 met en évidence les principaux outils utilisés pour chacune des tâches. Si le téléphone représente l'outil le plus utilisé quelle que soit la tâche, d'autres supports se distinguent par une utilisation plus spécifique. Ainsi, les plannings (mural et papier) sont uniquement utilisés dans le cadre d'organisation des tournées à venir. L'emploi du logiciel d'exploitation se fait principalement dans le cadre de suivi des tournées. Cela repose

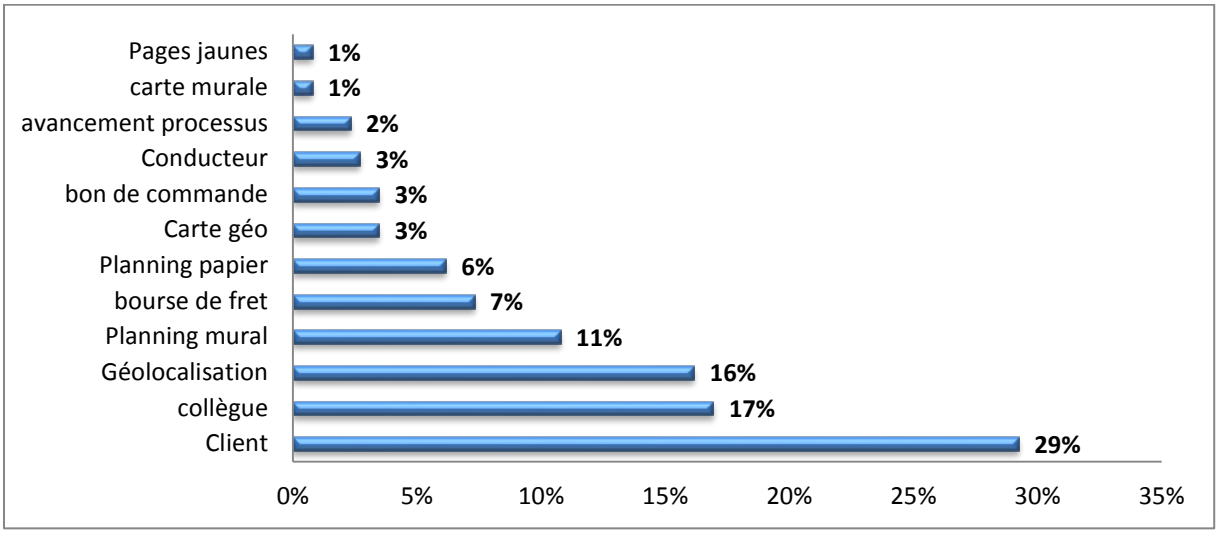
notamment sur la géolocalisation des véhicules, ainsi que le contact avec le conducteur à l'aide de la messagerie du logiciel, pendant l'exécution des tournées.

Organisation des tournées à venir	Tél	**42%**
	Planning mural	**34%**
	Planning papier	**9%**
Suivi des tournées	Tél	**46%**
	Logiciel d'exploitation	**42%**
Gestion des imprévus	Tél	**53%**
	Logiciel d'exploitation	**20%**
	Bourse de fret	**9%**
Gestion du matériel	Tél	**97%**

Enoncés	Nature des données	Activité et tâches			Codage prédicat-argument					Marqueurs psycholinguistiques	
		Phases	Tâche	Outil	Prédicat	Type-objet	But	Variable	Source	Connecteur (Donc, Si, Mais)	Echelle certitude

Tab.4 : Utilisation des outils selon les différentes tâches

Au sein de l'entreprise M (TM et TMT), la planification s'effectue principalement de façon individuelle. Cependant, les collègues, les conducteurs et les clients constituent un environnement humain avec lequel l'exploitant interagit en permanence. Une manière de mieux comprendre la nature de ces interactions est d'analyser les sources auxquelles l'exploitant fait appel dans le cadre de ses activités d'élaboration d'information. L'ensemble de ces sources est représenté à travers la Figure 3. Elles comprennent les sources humaines (conducteur, clients, etc.) et les sources matérielles (planning, carte, logiciel, etc.). Nous pouvons alors nous apercevoir que le contact avec le client représente la première source d'information pour l'exploitant. En effet, 29% des informations proviennent du client.



Enoncés	Nature des données	Activité et tâches			Codage prédicat-argument					Marqueurs psycholinguistiques	
		Phases	Tâche	Outil	Prédicat	Type-objet	But	Variable	Source	Connecteur (Donc, Si, Mais)	Echelle certitude

Fig. 3 : Fréquence des différentes sources lors des activités d'élaboration d'informations

Afin d'étudier plus en détail la sollicitation des différentes sources par l'exploitant, une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) a été réalisée (Figure 4). Celle-ci inclut les variables « sources » et « tâches », dans le but de détecter les sources d'informations privilégiées par l'exploitant selon ses objectifs. L'ACM est une représentation graphique basée sur les cooccurrences entre les différentes variables. Ainsi, plus la proximité entre deux modalités est grande sur le graphique, plus la probabilité de correspondance entre ces deux éléments est importante. Bien que les résultats ne permettent pas de mettre en valeur des couplages systématiques Tâche-Source (ce qui ne reflèterait d'ailleurs pas la réalité), plusieurs enseignements sont tout de même à souligner. « Le suivi des tournées » est la tâche qui repose le plus sur le logiciel d'exploitation. En effet, la fonction de « géolocalisation » et la fonction « Etat processus » (qui renseigne sur les différentes étapes du transport) sont les sources privilégiées de l'exploitant pour accomplir cette tâche. Le conducteur, qui peut être contacté par messagerie ou par téléphone, représente la troisième source d'information pendant la phase de suivi. « L'organisation des tournées » correspond à une multitude de sources matérielles de planification, telles que le planning mural, le planning papier ou encore les bons de commande. Cependant, les informations provenant du client sont incontournables tant la correspondance entre « l'organisation des tournées » et « client » semble être forte. Enfin, la « gestion du matériel » se réalise principalement en concertation avec les collègues, alors que la « gestion des imprévus » présente une forte correspondance avec « la bourse de fret ». Cette correspondance s'explique par le fait que la bourse de fret est souvent consultée dans l'urgence, lorsqu'un conducteur se retrouve sans transport, suite à des modifications de demande ou autres événements imprévus.

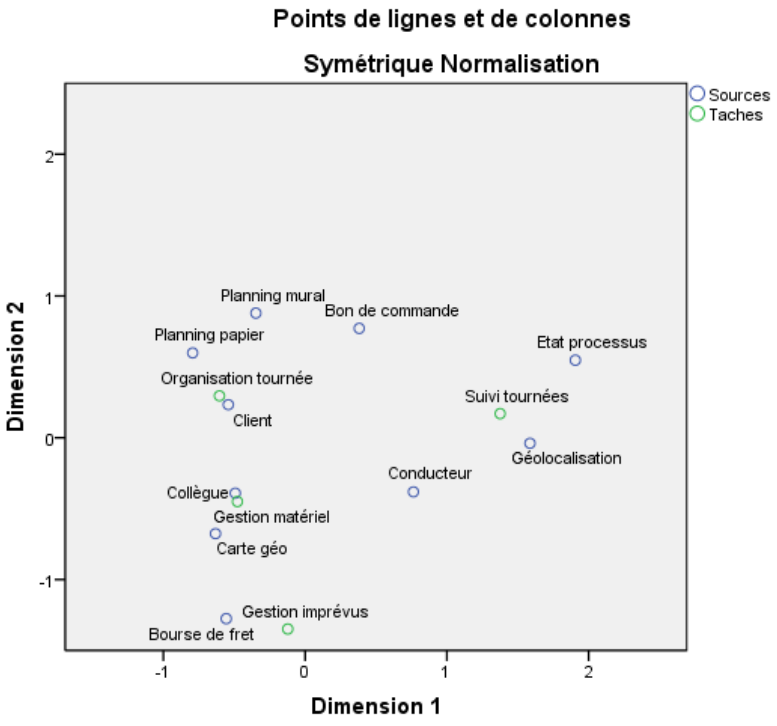


Fig.4 : Analyse des Correspondances Multiples (ACM) entre variables « Tâches » et « Sources »

3. Analyse des composantes et des contraintes de l'activité : confrontation avec un modèle théorique

Pour compléter la description de l'activité, initiée dans la partie précédente, il convient de mettre en lumière les composantes et les contraintes qui structurent le cadre de l'activité dans l'entreprise M. Afin de mieux orienter cette description, les résultats ont été mis en parallèle avec un modèle générique du TRM.

La revue de la littérature du TRM en ergonomie nous avait permis de souligner un manque de références théoriques (voir le rapport 1). Cette carence théorique se traduit notamment par un manque de modèles de l'activité significatifs. Cependant, un modèle de l'activité du TRM, élaboré par Gacias (2010) avait été présenté (Cf. Figure 5). Ce modèle repose sur une Hiérarchie d'Abstraction (HA), méthode issue des travaux de Rasmussen et Vicente (1985 ; 1989 ; 1992 ; 1999). Celle-ci vise notamment à définir les contours d'un domaine de travail, dans le cadre de conception d'interfaces écologiques. La hiérarchie d'abstraction consiste à décomposer le domaine de travail selon cinq niveaux :

- Les objectifs fonctionnels représentent les buts généraux et la finalité du système.
- Les fonctions abstraites sont les critères dont le suivi permet d'évaluer l'état de l'avancement du système vers les objectifs fonctionnels.
- Les fonctions générales présentent les contraintes à satisfaire pour remplir les objectifs fonctionnels.
- Les fonctions physiques concernent les limitations et capacités des objets physiques utilisés dans le système.
- Les objets physiques correspondent aux matériels et aux moyens physiques mis à disposition de l'opérateur.

Chaque niveau permet d'expliquer le « comment » du niveau qui le précède. A l'inverse, le niveau supérieur répond à la question « pourquoi » du niveau qui lui est inférieur. Si on se réfère au schéma du modèle, l'objectif final de minimisation des coûts se réalise en gérant la capacité et le temps. La gestion du temps, par exemple, est conditionnée à son tour par la satisfaction des contraintes que sont le temps de service, les fenêtres temporelles des clients, celles des conducteurs, la sélection des itinéraires et enfin toutes autres contraintes liées aux objets. Ces contraintes sont satisfaites dans le cadre des limites des objets physiques, tels que la limite de disponibilité, les restrictions du réseau routier et les spécificités des demandes (des clients). Enfin, ces fonctions portent sur les objets

physiques, qui représentent « la matière première » de l'activité de l'exploitant. Il s'agit des éléments physiques de base, comme les véhicules, les conducteurs, le dépôt, la marchandise et enfin le client.

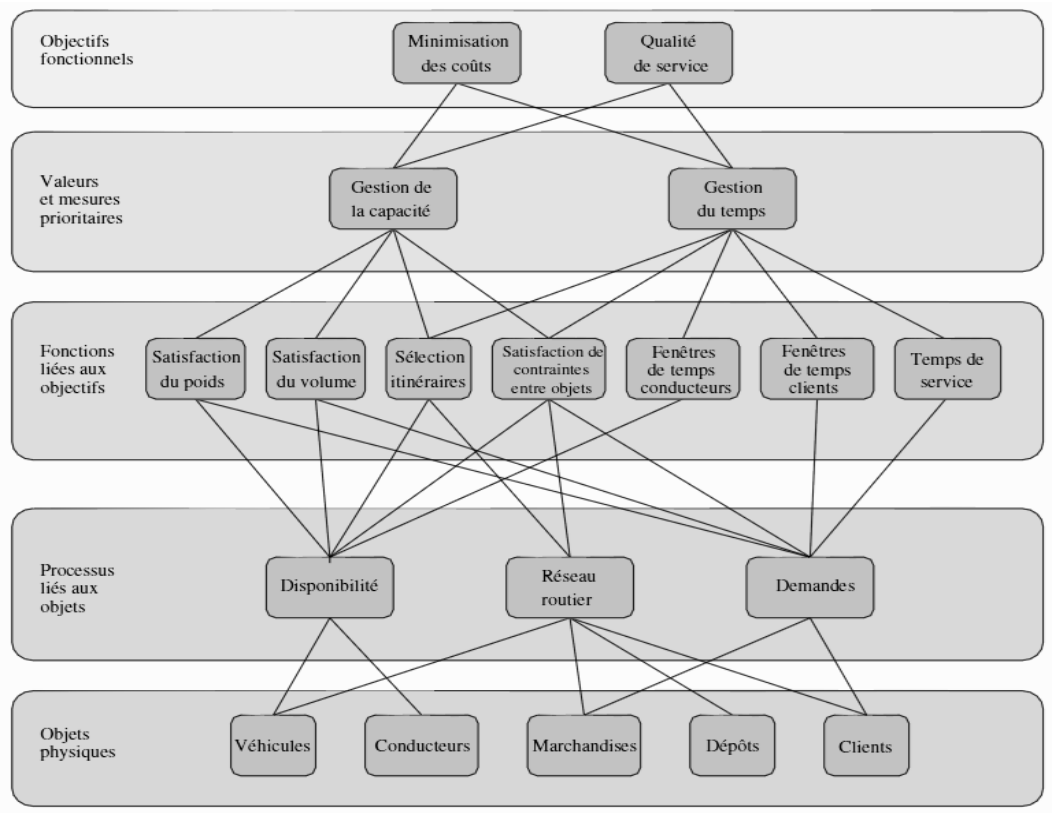


Fig. 5 : Modèle de l'activité de planification dans le TRM basée sur une hierarchie d'abstraction

Les niveaux les plus abstraits, tels que les « objectifs fonctionnels », que sont la rentabilité et la satisfaction des clients, sont déterminables plus aisément. Par exemple, dès la phase d'analyse globale de l'entreprise M (entretiens informels), les exploitants ont révélé explicitement les deux objectifs majeurs de l'entreprise : la rentabilité et la satisfaction des clients. Nous pouvons imaginer que ces objectifs sont transposables à la majorité des situations d'exploitation du transport de marchandises. A l'inverse, la détection des objets physiques, des fonctions qui y sont associées et des contraintes, ne peut s'accomplir sans une analyse plus approfondie. Ainsi, en se basant sur les variables qui composent notre schème de codage, nous présentons les objets et les contraintes qui dictent l'activité de l'exploitant au sein de l'entreprise M.

Par ailleurs, bien que la contribution théorique ne soit pas l'objectif premier de ce chapitre, il faut admettre que confronter les résultats issus de notre terrain d'étude avec un modèle de référence représente un défi stimulant. En effet, outre les contributions théoriques qui pourraient être apportées au modèle, cette démarche comparative représente une opportunité pour évaluer la pertinence des résultats issus de notre méthode d'analyse.

La description d'une activité ne peut aboutir sans détecter au préalable l'ensemble des objets physiques, constituant l'environnement du travail de l'opérateur. Dans le cadre de notre démarche, cette détection se réalise à travers l'analyse de l'argument « Type-objet ». Celui-ci exprime les principales composantes sur lesquelles les activités cognitives reposent. La Figure 6 présente les principaux objets codés. La modalité « Conducteur » est l'objet le plus récurrent, dans la représentation mentale de l'exploitant (46%). « Véhicule » (21%) et « marchandise » (12%) présentent également une fréquence d'apparition importante. En comparant les objets observés dans l'entreprise M (TM et TMT) à ceux représentés dans le modèle théorique, on constate que parmi les six principales modalités, quatre correspondent aux objets physiques (Conducteur, véhicule, marchandise et client). Le « dépôt » ne semble pas représenter un objet de réflexion au sein de l'entreprise M. Cela peut s'expliquer par la nature de l'activité, dont le passage des véhicules par le point de dépôt n'est pas un élément impératif. A l'inverse, parmi les objets détectés, deux ne figurent pas dans le modèle présenté. Ainsi, le « matériel » semble être une composante à part entière dans certaines situations, lorsque celui-ci est dissociable du véhicule (exemple : tractopelle, porte-palettes, etc.). La dernière composante présentée concerne le « carburant ». En effet, si par le passé le carburant pouvait être considéré comme une variable implicite, il est désormais fréquemment placé au centre de la réflexion de l'exploitant. Dès lors, sa prise en compte dans la modélisation de l'activité de l'exploitant semble être nécessaire.

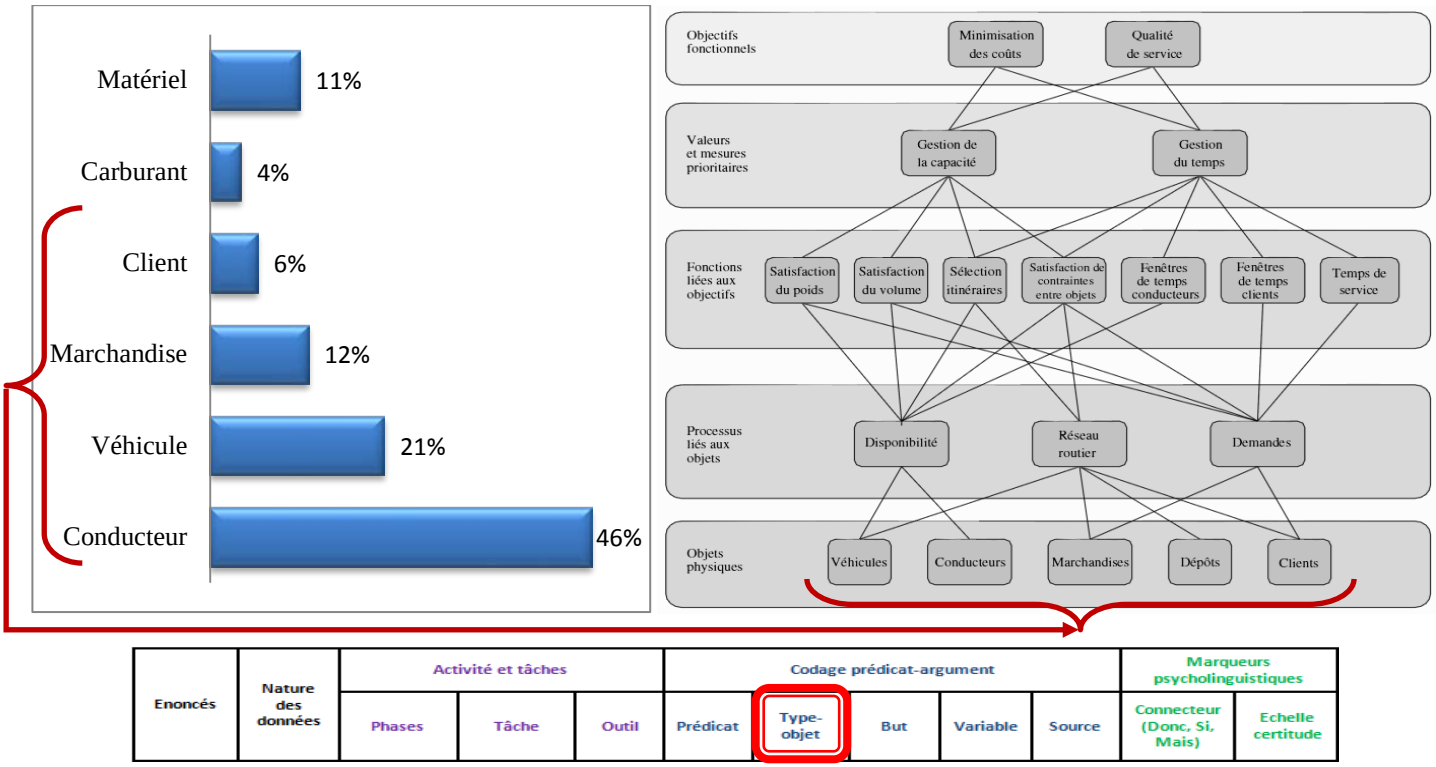


Fig. 6 : Principaux objets de l'activité de l'entreprise M (TM+TMT), comparés à ceux du modèle de référence

Décrire une situation de travail ne se résume pas à un inventaire des objets qui forment l'environnement physique. Les buts et les contraintes qui dictent chaque activité sont tout aussi

importants. C'est pourquoi en se basant sur l'argument « Variable », notre intérêt a également porté sur les différentes variables « manipulées » dans l'activité des exploitants (Cf. Figure 7). Ces variables traduisent principalement les contraintes qui s'imposent à l'exploitant. Dans le modèle de référence, ces variables se retrouvent dans les niveaux de « processus liés aux objets » et « fonctions liées aux objectifs ». Ainsi, comme la Figure 8 l'atteste, les principales variables sous-jacentes aux prises d'informations des exploitants sont : la « disponibilité » (25%), la « position » (22%) et l'ensemble des variables temporelles, comme les Fenêtres Temporelles (FT) des clients (15%), des conducteurs (8%) et des véhicules (1%).

Concernant la confrontation de ces résultats avec le modèle, nous remarquons que la grande majorité des résultats obtenus correspond aux modalités présentes dans les niveaux « Processus liés aux objets » et « fonctions liées aux objectifs » du modèle (Cf. le code couleur établi dans la Figure 8). Il existe cependant une variable fréquente absente du modèle. Il s'agit de la variable « position » (22%), qui ne peut être réduite à la composante « réseau routier ». En effet, cette variable correspond à la position d'un véhicule à un moment précis. Une information que l'exploitant prend souvent en compte pour effectuer une planification future, ou replanifier les tournées en cours de réalisation. Au même titre que la « disponibilité », la « position » peut ainsi être intégrée parmi les processus liés aux objets. Enfin, notons que l'apparition de cette variable n'est certainement pas étrangère avec l'émergence des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC), qui ont démocratisé l'accès à la géolocalisation.

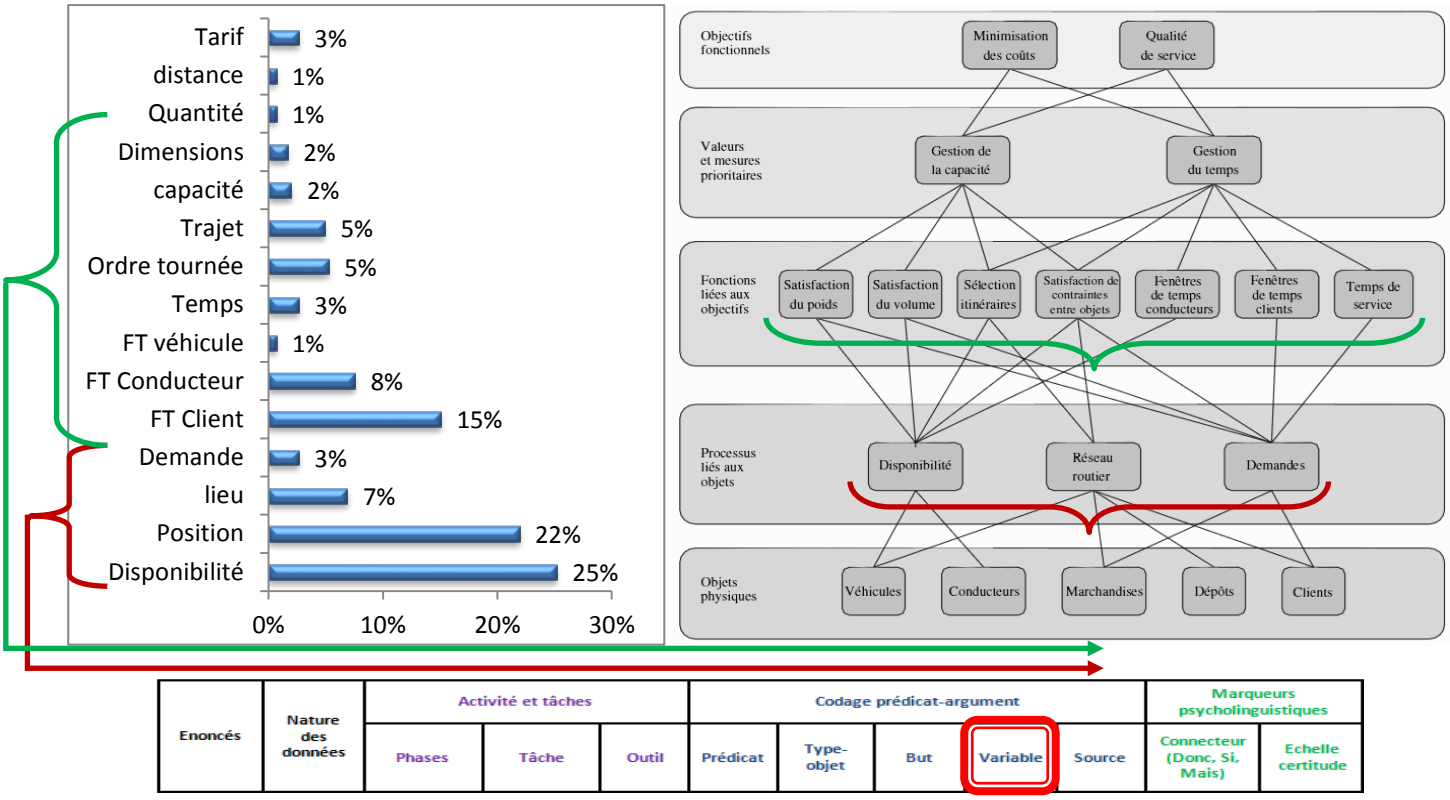


Fig. 7 : Variables de l'activité de l'entreprise M (TM+TMT) comparées à celles du modèle de référence

Ces résultats nous permettent de mieux appréhender le cadre du travail et les contraintes des exploitants. De plus, la mise en parallèle des résultats avec le modèle de référence a permis d'accomplir deux autres objectifs annexes. Le premier consiste en une évaluation de la méthode d'analyse. Ainsi, nous avons observé que les données résultantes de notre schème de codage sont en cohérence avec le modèle théorique, qui repose sur une approche de hiérarchie d'abstraction totalement différente. Le second objectif consiste à contribuer à la validation et l'enrichissement du modèle générique. Le fruit de cette confrontation serait un modèle identique à celui de Gacias (2010), en intégrant trois nouveaux éléments : le « carburant » et le « matériel » en tant qu'objets physiques et la « localisation » (position) en tant que processus lié aux objets.

En se basant sur divers résultats descriptifs, le portrait d'un terrain de TRM, celui de l'entreprise M, vient d'être dressé. Ce portrait repose sur quelques traits principaux. Il a été démontré que la tâche la plus fréquente est « l'organisation des tournées à venir ». Nous avons également vu que, malgré l'émergence de nouveaux outils tels que le logiciel d'exploitation, le « téléphone » reste l'outil de communication le plus utilisé. Concernant les objets physiques, nous avons constaté que le « conducteur » était l'objet le plus présent dans la réflexion de l'exploitant (46%). Cette omniprésence du « conducteur » s'explique notamment par la contrainte de « disponibilité », qui demeure la contrainte la plus récurrente (25%). Ce chapitre descriptif a été conclu par une confrontation théorique. Une confrontation qui a le don de nous rappeler l'importance de la validation empirique des modèles de l'activité, ainsi que leur mise à jour, dans un monde où l'évolution se fait à vitesse « supersonique ». Une évolution qui repose aussi bien sur le contexte socio-économique (prix du carburant) que sur les progrès technologiques, telle que la géolocalisation.

La description développée à travers ce premier chapitre constitue les fondements de la démarche d'analyse adoptée. Un socle sur lequel vont reposer les chapitres suivants, traitant les aspects plus implicites de l'activité, tels que les processus cognitifs mis en jeu. Cette « expédition cognitive » se matérialise par le croisement des tâches, des objets physiques et des contraintes exposés, avec les indicateurs de l'activité cognitive intégrés dans le schème de codage.

Chapitre2 : Processus cognitifs généraux mis en jeu dans l'activité de l'exploitant

Rendre possible l'analyse des processus cognitifs constitue l'un des principaux objectifs de ce projet de recherche, initié en 2012. En effet, accéder aux processus cognitifs, qui sont par définition imperceptibles, n'est pas chose aisée lorsqu'il s'agit de déployer des méthodes classiques, telles que les entretiens ou les observations. La méthode que nous avons conçue vise précisément à apporter une

valeur ajoutée face à cette difficulté. Pour ce faire, le codage des « prédicats-arguments », ainsi que les marqueurs psycholinguistiques ont été intégrés dans la démarche d'analyse.

A travers ce deuxième chapitre, deux démarches à la fois distinctes et dépendantes, vont être développées. Dans le cadre de la première partie, c'est une approche dite « statique » qui va être adoptée. Celle-ci correspond à une analyse descriptive, basée sur les fréquences d'occurrence des différents types d'activités cognitives, ou sur des composantes qui forment les représentations mentales de l'exploitant. Dans la seconde partie de ce chapitre, la dynamique temporelle de l'activité cognitive va être prise en compte. Il s'agira d'analyser l'enchainement des différentes activités cognitives au cours d'une séquence de planification, et de s'interroger sur l'existence d'un schéma mental type, sous-jacent à l'activité de planification dans le TRM.

1. Approche statique des processus cognitifs

La description des processus cognitifs repose principalement sur les modalités issues de la dimension « prédicat-argument » du schème de codage. Afin de faciliter la lecture des résultats, un récapitulatif des définitions de l'ensemble des prédicats est proposé à travers la Figure 8.

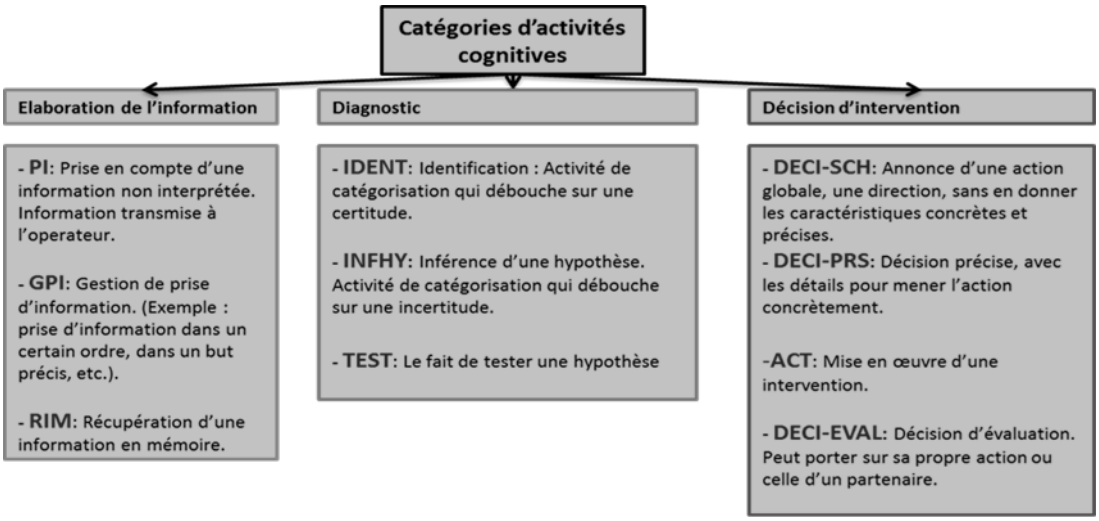
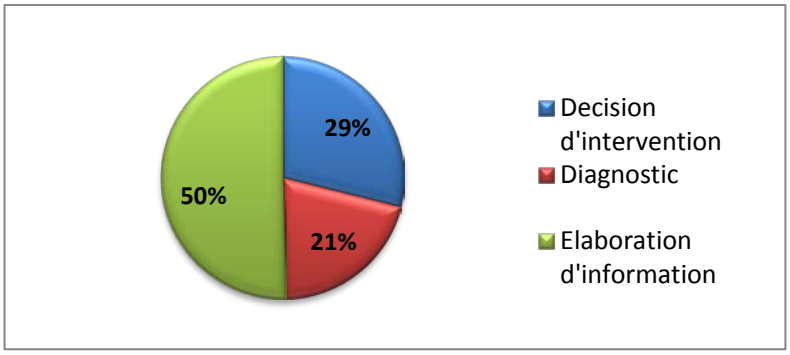


Fig. 8 : Les catégories d'activités et les prédicats qui en découlent (tiré de Hoc & Amalberti, 1999)

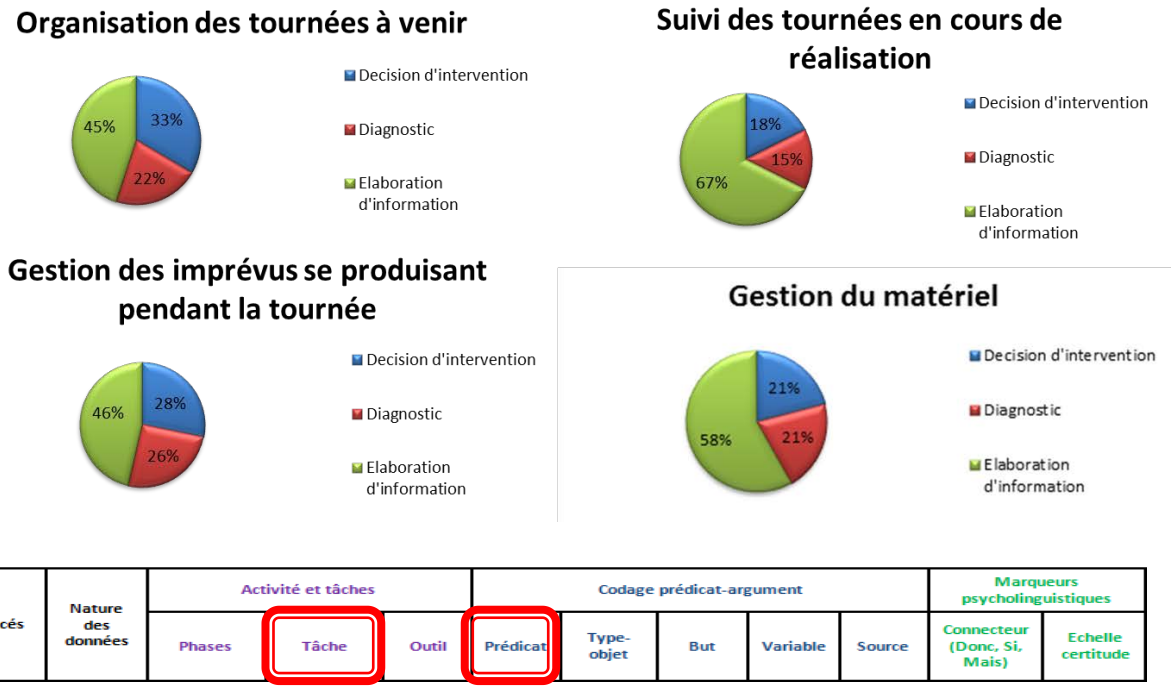
La Figure 9 représente la répartition des différentes classes d'activité cognitive chez les exploitants de l'entreprise M (TM + TMT). Nous constatons que les activités d'élaboration d'information sont les plus récurrentes : elles sont présentes dans la moitié des énoncés (50%). Les décisions d'interventions représentent 29% de l'échantillon des énoncés codés. Enfin, les diagnostics représentent l'activité la moins fréquente, loin d'être cependant une activité négligeable (21%).



Enoncés	Nature des données	Activité et tâches			Codage prédicat-argument					Marqueurs psycholinguistiques	
		Phases	Tâche	Outil	Prédicat	Type-objet	But	Variable	Source	Connecteur (Donc, Si, Mais)	Echelle certitude

Fig. 9 : Répartition des différentes classes d'activité cognitive (prédicats) de l'exploitant

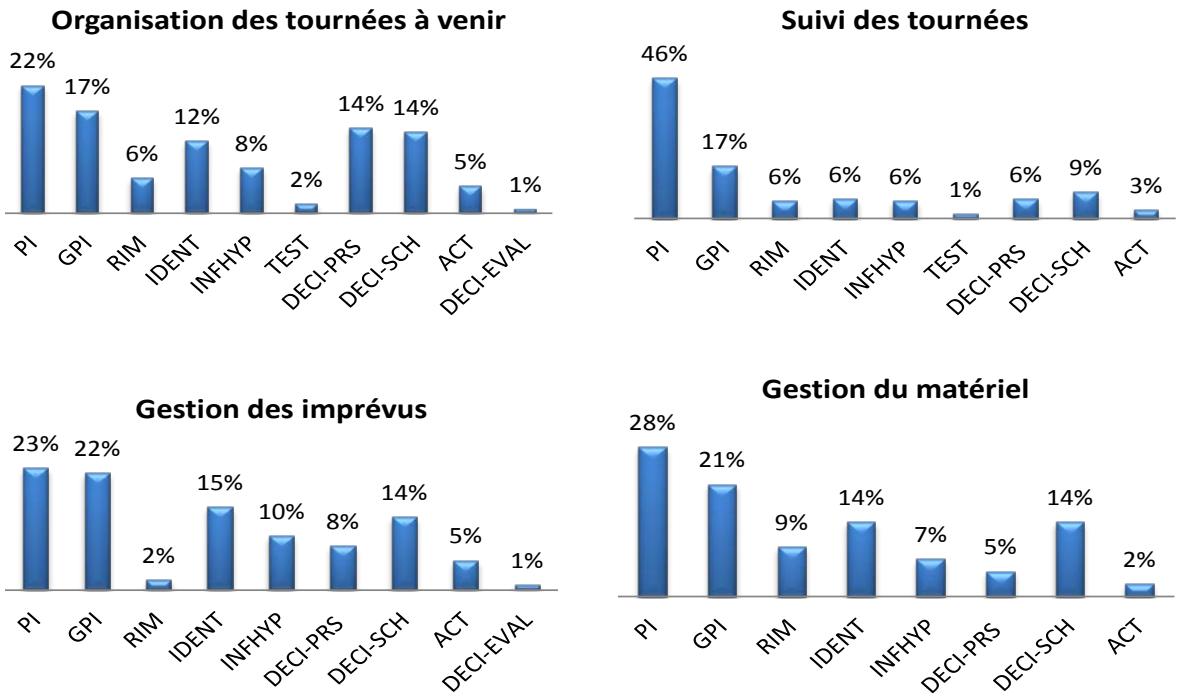
La répartition des classes de prédicats sous-jacentes à l'activité de l'exploitant présente un intérêt limité, puisqu'il s'agit d'une description très abstraite. Ainsi, il convient de s'intéresser aux spécificités qu'il peut y avoir entre les différentes tâches pour mieux appréhender les subtilités de l'activité. L'application d'un test de Khi² démontre une différence significative de la répartition des catégories d'activité (élaboration d'information, diagnostic, décision d'intervention) dans les différentes tâches (χ^2 (6, N=751)=14,4, p=.011). En observant la Figure 10, nous pouvons nous apercevoir que deux types de répartition se dessinent. D'une part, «l'organisation des tournées à venir » et la « gestion des imprévus » mettent en jeu des processus cognitifs très similaires. D'autre part, le « suivi des tournées » et la « gestion du matériel » présentent des caractéristiques communes. Ces deux dernières tâches se distinguent notamment par un niveau élevé des activités d'élaboration d'information (67% et 58%), au détriment des activités de diagnostic et de décision d'intervention. En rapportant ces résultats aux observations du terrain, ceux-ci peuvent s'expliquer aisément. En effet, pour suivre les tournées en cours de réalisation, l'exploitant prend principalement des informations auprès du conducteur ou du logiciel d'exploitation afin de connaître l'avancement du transport. A l'inverse, lorsque des imprévus se produisent, l'exploitant est amené à trouver des solutions et cela passe souvent par un diagnostic, afin de trouver la cause et la solution optimale à un problème. C'est pourquoi les activités de diagnostic atteignent leur plus haut niveau dans le cadre de « gestion des imprévus » (26%). Notons que le diagnostic joue aussi un rôle important dans l'organisation des tournées à venir (21%). A l'opposé de certaines idées reçues, cela démontre que la planification ne se résume pas uniquement à de l'élaboration de l'information et à la mise en place d'interventions. Ce qui reflète un certain niveau de complexité dans l'accomplissement de cette tâche. Enfin, « l'organisation des tournées à venir » est la tâche qui comporte le plus d'activités de décision d'intervention (33%). Ces interventions traduisent logiquement le lancement des tournées planifiées.



Enoncés	Nature des données	Activité et tâches			Codage prédicat-argument					Marqueurs psycholinguistiques	
		Phases	Tâche	Outil	Prédicat	Type-objet	But	Variable	Source	Connecteur (Donc, Si, Mais)	Echelle certitude

Fig. 10 : Répartition des classes d'activité cognitive selon différentes tâches

La comparaison inter-tâches peut être menée à un niveau encore plus détaillé. En effet, en s'intéressant à tous les prédicats (et non pas aux classes de prédicats), davantage de précisions peuvent être apportées sur les processus cognitifs sous-jacents à chaque tâche. La Figure 11 permet d'identifier l'occurrence des prédicats, pour chacune des quatre tâches. De nombreux enseignements peuvent être tirés de ce graphique. Un premier constat est que, quelle que soit la tâche, l'exploitant semble effectuer très peu de récupération d'information dans sa propre mémoire (RIM). Les prises d'informations proviennent de sources extérieures, sous forme de PI (Prise d'Informations) ou GPI (Gestion de la Prise d'Information). Le prédicat PI guide une grande partie de la réflexion de l'exploitant dans le cadre du « suivi des tournées » (46%). Cela signifie que les informations recueillies sont brutes et pas forcément traitées dans le but de valider une hypothèse ou d'affiner une procédure. Les trois autres tâches présentent un taux de GPI plus important, ce qui signifie que l'élaboration de l'information se réalise en présence de buts mieux définis. Enfin, il n'existe pas de différence marquante entre les diagnostics précis (IDENT) et les diagnostics incertains (INFHYP), si ce n'est pour la tâche « gestion du matériel ». En effet, cette tâche présente deux fois plus de diagnostics précis que de diagnostics hypothétiques (14% IDENT contre 7% INFHYP). En ce qui concerne cette tâche, la réflexion de l'exploitant porte principalement sur la disponibilité d'un matériel identifié. Cela se traduit donc par un niveau d'incertitude moins élevé dans les diagnostics.



Enoncés	Nature des données	Activité et tâches			Codage prédicat-argument				Marqueurs psycholinguistiques	
		Phases	Tâche	Outil	Prédicat	Type-objet	But	Variable	Source	Connecteur (Donc, Si, Mais)	Echelle certitude

Fig. 11 : Répartition des prédicats selon différentes tâches

Bien que des distinctions aient été mises en évidence, la Figure 11 atteste d'une certaine homogénéité des prédicats entre les différentes tâches. Cependant, il faut garder à l'esprit que le même type d'activité cognitive (prédicat) peut porter sur des contenus totalement différents. Cela amène à approfondir l'analyse du contenu de la réflexion pour chaque tâche. Pour cela, ce sont les arguments « Type-Objet » et « Variable » qui vont être étudiés. Le premier exprime l'objet sur lequel l'activité mentale porte (exemple : conducteur, véhicule, etc.) tandis que le second renvoie à un paramètre évalué (exemple : disponibilité, tarif, poids, etc.). Le Tableau 4 (page 10) expose les objets et les variables les plus récurrents pour chaque tâche.

La tâche « organisation des tournées » comporte deux objets principaux : la « marchandise » (13%) et surtout le « conducteur » (59%). Les variables les plus récurrentes pour cette tâche sont la « disponibilité » (35%), les Fenêtres Temporelles (FT) des clients et des conducteurs (14% et 8%) ainsi que le lieu (9%). En croisant les arguments, nous pouvons déduire que pour organiser les tournées, l'exploitant se focalise principalement sur la disponibilité des conducteurs, ainsi que sur la demande des clients. Cette demande concerne surtout le type de marchandise et les contraintes temporelles de livraison (FT client).

Dans le cadre du « suivi des tournées », l'activité cognitive de l'exploitant porte essentiellement sur les objets « véhicules » (48%) et « conducteur » (23%). Les variables qui motivent ses prises d'information sont la « position » (54%), et à un degré moindre, la FT du client (13%). Le couplage

« véhicule-position » fait référence à la géolocalisation ; celle-ci consiste à détecter la position d'un véhicule sur le réseau routier. Qu'elle soit utilisée à des fins de supports au conducteur ou de contrôle, ces résultats démontrent que la géolocalisation est devenue un outil majeur dans l'activité de l'exploitant.

Lorsque l'exploitant est amené à gérer la survenue d'un imprévu, il doit modifier sa planification initiale afin de faire face à l'événement « perturbateur ». L'imprévu peut aussi bien correspondre à une annulation de demande du client, à un accident ou à un retard excessif. Les résultats nous montrent que dans ce contexte, la réflexion de l'exploitant se focalise sur les « conducteurs » et les « véhicules » (30% pour chaque objet). Il évalue alors la « position », la «FT du client » et la « disponibilité ». Ces résultats révèlent notamment qu'en évaluant la « position » et la « disponibilité » des conducteurs, l'exploitant résout généralement ces situations problématiques en exploitant ses ressources en cours d'exécution.

Enfin, en ce qui concerne la tâche annexe de gestion du matériel, les résultats sont explicites et logiques : l'activité cognitive s'articule principalement autour de l'objet « matériel » (56%) et des variables « disponibilité » (53%) et « tarif » (18%), deux contraintes dont la satisfaction conditionne la location d'un matériel.

	Objets		Variables	
Organisation des tournées à venir	Conducteur	59%	Disponibilité	35%
	Marchandise	13%	FT Client	14%
			Lieu	9%
			FT Conducteur	8%
Suivi des tournées	Véhicule	48%	Position	54%
	Conducteur	23%	FT client	13%
Gestion des imprévus	Conducteur	30%	Position	31%
	Véhicule	30%	FT Client	27%
			Disponibilité	13%
Gestion du matériel	Matériel	56%	Disponibilité	53%
	Carburant	24%	Tarif	18%

Enoncés	Nature des données	Activité et tâches			Codage prédicat-argument					Marqueurs psycholinguistiques	
		Phases	Tâche	Outil	Prédicat	Type-objet	But	Variable	Source	Connecteur (Donc, Si, Mais)	Echelle certitude

Fig. 12 : Principaux objets et variables pour chaque tâche

Les résultats qui viennent d'être exposés décrivent tous l'activité cognitive à partir d'occurrences relevées pendant la durée de l'intervention. Même si ces résultats représentent une source abondante de réflexion, dans la quête de compréhension des processus cognitifs, il faut admettre qu'ils affichent une limite importante. Effectivement, la dimension « dynamique » n'est pas prise en compte, puisque les énoncés sont traités de manière statique, et non pas séquentielle.

La partie suivante a pour rôle de remédier à ce manque en introduisant une démarche dynamique.

2. Approche dynamique des processus cognitifs

On peut assimiler les résultats de la partie précédente à une démarche quantitative. Cette seconde partie s'articule autour d'une approche qualitative. Nous avons posé la problématique suivante : comment s'enchainent les activités cognitives de l'exploitant, lorsque celui-ci accomplit la tâche de planification. L'intérêt précis pour cette tâche s'explique par les résultats du chapitre 1. En effet, nous avons observé que la fréquence de la tâche « organisation des tournées à venir » est la plus importante (60%). A travers une analyse macroscopique des données, nous avons détecté 17 situations manifestes de planification. Ces séquences débutent systématiquement par la prise en charge d'une demande de planification et se terminent par son dénouement, exprimé par l'exploitant. La nature du dénouement peut être différente. Il peut s'agir d'une affectation définitive, d'une planification provisoire ou même d'un report de la planification. Afin d'éviter l'inférence de toute autre tâche, l'ensemble des séquences sélectionnées est continu, c'est-à-dire que la réflexion de l'exploitant n'est à aucun moment interrompue par une seconde tâche. Une fois les situations détectées, nous nous sommes interrogés sur l'enchainement des activités cognitives (prédicats) au cours d'une séquence de planification.

La Figure 13 représente un exemple de séquence de planification, avec la représentation du « cheminement cognitif » qui lui est propre. Ainsi, l'enchainement des prédicats a été modélisé à travers un séquencement basé sur un code couleur, pour privilégier une visualisation rapide et intuitive. On constate que cette séquence débute par un enchainement de prise d'information (PI) et se termine par une affectation schématique, sans en donner les détails opérationnels (DECI-SCH).

bon alors, lundi, mardi ... donc David descend	PI
Lui est en congé	PI
Corentin, il est là	PI
Michel va aller là avec son ensemble	PI
Donc j'ai la disponibilité pour le train	IDENT
Selarié est en congé, Yanick va reprendre son camion et lui n'est pas disponible	PI
Régis, j'ai dit que je le renvoyais en déplacement, à Montluçon	RIM
Nico va reprendre son camion	RIM
Donc c'est Michel F. qui va partir là.	DECI-SCH

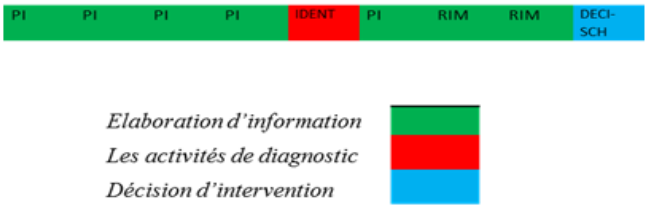


Fig. 13 : Exemple de séquence de planification et sa modélisation

Le même processus de modélisation a été reproduit sur l'ensemble des 17 séquences. Ainsi, bien qu'il soit difficile de tirer des enseignements généralisables à partir de 17 cas, nous avons rapporté l'ensemble des séquences sur un graphique commun (Cf. Figure 14.). Celui-ci représente l'évolution moyenne des activités cognitives au cours d'un processus de planification.

Cette démarche de modélisation étant plutôt originale, il convient de préciser les modalités de lecture du graphique suivant. L'axe des abscisses représente l'avancement du processus de planification. En effet, toutes les séquences n'ayant pas la même longueur (même nombre de prédicats), il a fallu les compiler autour d'une même unité : le pourcentage d'avancement. L'axe des ordonnées représente le pourcentage moyen de mise en œuvre de chaque classe de prédicat (élaboration d'information, diagnostic et décision d'intervention). Cette moyenne porte sur les 17 séquences qui constituent l'échantillon. Si on prend pour exemple la courbe verte, nous constatons que 80% des séquences de notre échantillon débutent par de l'élaboration d'information. Cette moyenne diminue au cours de l'avancement, pour atteindre 0% à la fin de la séquence. Cela signifie qu'aucune séquence ne se termine sur une activité de type prise d'information.

Notre démarche de modélisation permet de mettre en avant plusieurs résultats majeurs. Tout d'abord, on constate que les activités de diagnostic sont constantes au cours du processus de planification. Autrement dit, un diagnostic peut aussi bien être posé en début de séquence (exemple : *Il faut que je planifie la commande X, car Michel ne devrait pas être disponible*), qu'en milieu ou même en fin de séquence (Exemple : *Je vais laisser comme ça pour lundi, même si je ne pense pas qu'on puisse y arriver*).

Le deuxième enseignement concerne l'évolution de l'élaboration d'information. On remarque que les séquences de planification débutent très majoritairement par une phase d'élaboration d'information. Un niveau qui s'élève à 80%, avant de diminuer au cours du processus et terminer proche de 0% au moment où la séquence se conclut. Notons que l'élaboration d'information reste l'activité la plus récurrente, jusqu'aux trois quart (75%) de l'avancement du processus.

Les décisions d'intervention suivent un chemin symétrique, donc opposé à celui des élaborations d'informations. Celles-ci sont quasi-inexistantes au début du processus, avant de devenir omniprésentes en fin de séquence. En toute logique, la grande majorité (80%) des séquences de planification se termine par une décision d'intervention. Cette décision d'intervention peut aussi bien être précise (DECI-PRS) que schématique (DECI-SCH).

L'évolution des courbes des activités cognitives permet de souligner un dernier point fort intéressant. Au milieu du processus de planification (à 50% de l'avancement), l'opérateur décide d'intervenir davantage, au détriment des prises d'information. Cependant, cette tendance s'inverse à nouveau, peu de temps après. En rapportant ce résultat aux faits observés sur le terrain, nous constatons qu'il arrive souvent que l'operateur décide de lancer une intervention, puis qu'il continue à rechercher des informations supplémentaires. Ceci dans le but de conforter son choix, où à l'inverse, d'invalider son intervention.

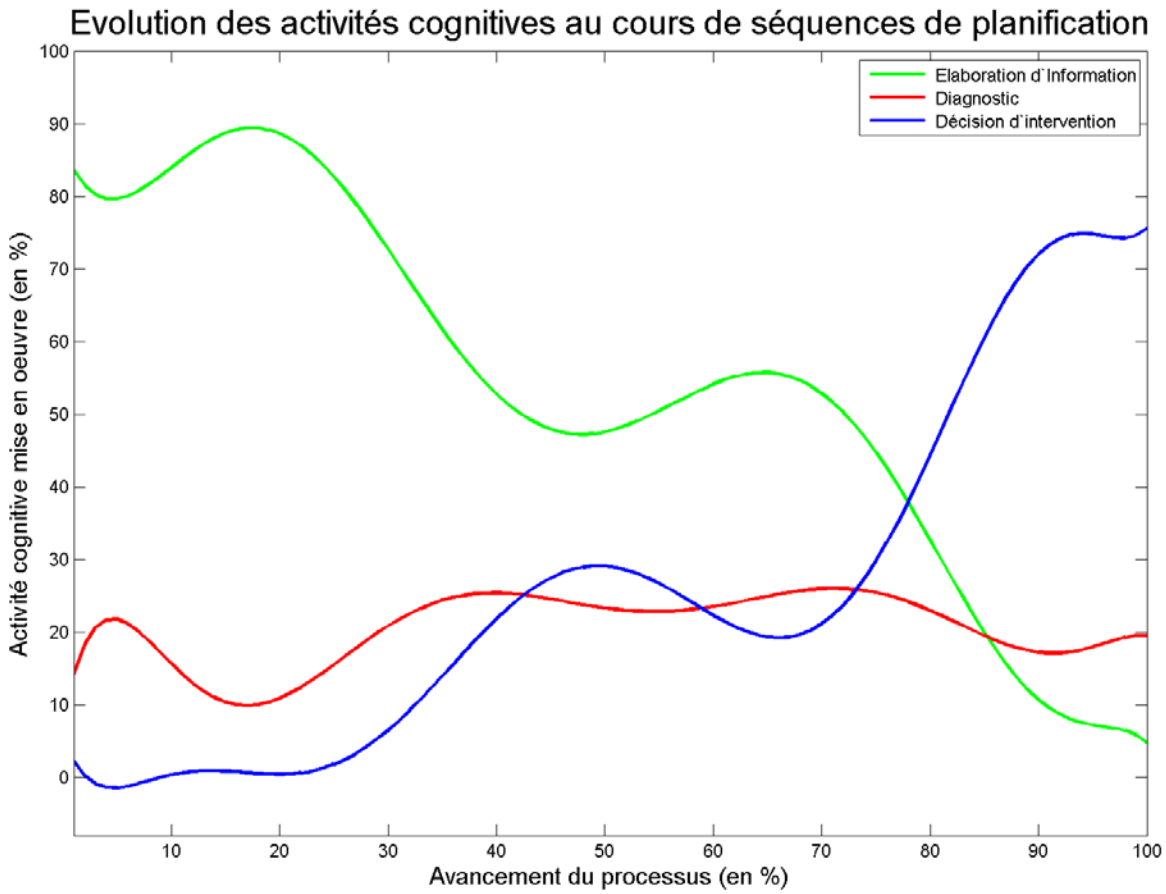


Fig.14 : Evolution des activités cognitives (classes de prédicats) au cours de séquences de planification

Le modèle du « cheminement cognitif » qui a été présenté ne peut en aucun cas prétendre être généralisable, puisqu'il n'est basé que sur 17 cas. Cependant, il est évident que celui-ci offre un nombre incalculable de perspectives de recherche. Ces perspectives sont notamment comparatives. Des comparaisons inter-situationnelles (planification dans deux secteurs différents), intra-situationnelles (planification dans le même terrain, pour deux types de clients différents) ou même inter-sujets (experts vs novices). De plus, il serait également intéressant de prendre en compte les séquences de planifications discontinues (avec une interruption par une seconde tâche). Mais cela demande à établir de nouveaux indicateurs, permettant de détecter la reprise d'une activité initiée plus tôt. D'autres concepts clés pourraient être déduits à partir de ce modèle. En effet, dans ses travaux sur la *Situation Awareness*, Rasmussen (1983) note que plus une activité est complexe, plus les niveaux les plus profonds de réflexion sont mis en œuvre. Ce qui se traduit notamment par une phase d'élaboration d'information plus longue (et probablement par un plus grand nombre de diagnostics). En se basant sur cette théorie, nous pourrions imaginer que le point d'intersection entre la courbe de prise d'information et la courbe de décision d'intervention représente un indicateur de complexité. Plus ce point se trouve vers la fin du processus, plus la situation pourrait être jugée complexe. Ces théories ne peuvent être confirmées qu'à partir d'études comparatives, ce qui souligne une nouvelle fois l'importance de développer cette démarche, en augmentant notamment l'échantillon des séquences.

A travers une double démarche statique et dynamique, nous venons d'expliciter certaines dimensions cognitives qui guident l'activité de l'exploitant. Ainsi, nous avons constaté que même si les activités d'élaboration d'information sont omniprésentes (50%), les diagnostics et les interventions ont également un rôle primordial. Nous avons également remarqué que si l'objet « conducteur » et la variable « disponibilité » sont souvent placés au centre de la réflexion de l'exploitant, il existe une disparité entre les différentes tâches. Pour exemple, le suivi des tournées porte principalement sur la position des véhicules dans le réseau routier (54%), alors que l'organisation des tournées nécessite aussi une prise en compte des fenêtres temporelles des clients et des conducteurs (14% et 8%). Puis, dans le cadre d'une démarche qualitative, nous avons mis en évidence un « cheminement cognitif » type, sous-jacent à l'activité de planification. Celui-ci met en exergue l'apparition des prises d'information en début du processus de planification et les activités d'intervention à la fin. De plus, les diagnostics apparaissent comme une constante, présents au même niveau, tout le long de la séquence de planification. Au-delà de son rôle premier, qui était l'illustration dynamique des résultats de notre étude, ce modèle fait émerger de nombreux questionnements et de perspectives de recherche. La validation et la consolidation de ce modèle pourraient en faire une réelle contribution dans la littérature de planification.

En développant le chapitre suivant, nous allons continuer l'exploration des activités cognitives sous-jacentes aux missions de l'exploitant. L'intérêt sera focalisé sur une dimension plus spécifique : la gestion de l'incertitude. En effet, les exploitants doivent construire des tournées de transports où les demandes sont nombreuses et les indications initiales sont souvent incomplètes ou ambiguës. Par ailleurs, de nombreux aléas peuvent survenir impliquant une réorganisation des tournées. L'instabilité de l'environnement du TRM, que nous avions soulignée dans le rapport 1, se traduit sur le terrain par l'expression explicite des exploitants quant à leurs difficultés à prévoir l'avenir. Ainsi, une bonne performance de l'exploitant passe nécessairement par une gestion efficace de l'incertitude.

Chapitre 3 : Gestion de l'incertitude dans l'activité de l'exploitant

Avant de se focaliser sur les enseignements provenant de notre étude, il convient d'apporter quelques références théoriques sur l'incertitude.

Ce sont Tversky et Kahneman (1974) qui ont attribué pour la première fois une place importante à l'incertitude dans la prise de décision. Ils ont notamment souligné l'importance de la nature du contexte et les probabilités liées à l'atteinte des objectifs.

Dans la continuité des travaux de Tversky et Kahneman, Zambock et Klein (1997) ont développé le courant de la Naturalistic Decision Making (NDM). Celui-ci vise à étudier la prise de décision dans

des situations naturelles, avec toute la complexité et la multi dimensionnalité qui y sont associées. Parmi les paramètres délaissés par les approches classiques rationnelles que le courant NDM s'efforce de prendre en compte, Gasser, Fischer et Wäfler (2011) ont répertorié l'expertise, la pression temporelle, l'impact émotionnel, l'ambiguïté ou l'incompatibilité des différents objectifs, le manque partiel ou l'absence de certaines informations et enfin la difficulté de mesurer les risques liés à la prise d'une décision.

Il est à noter que les trois dernières variables citées convergent vers une dimension commune : l'incertitude. En effet, bien qu'étant de natures différentes, l'absence ou l'ambigüité des informations, les objectifs contradictoires et l'incapacité de pouvoir mesurer les conséquences liées à une prise de décision sont des sources d'incertitude. La gestion de cette incertitude revêt alors un rôle crucial dans le processus de prise de décision, ce qui explique son positionnement au cœur des approches d'analyse écologiques, telle que la NDM. Les prises de décision de l'exploitant ne dérogent pas à cette règle et l'environnement du transport routier de marchandise est loin d'être épargné par l'incertitude.

Paradoxalement, il s'avère que la gestion de l'incertitude reste un objet relativement peu étudié en comparaison avec le poids qu'elle peut représenter. Cette déficience a notamment été soulignée concernant l'analyse des activités de planification dans les environnements dynamiques (Hoc, Mebarki et Cegarra, 2004).

Considérant la place importante de l'incertitude dans la planification et le manque d'études, notamment en conditions écologiques, la nécessité d'y consacrer ce chapitre devient une évidence. Cette démarche devient d'autant plus attrayante si l'on confronte les résultats obtenus à un cadre théorique.

1. Cadre théorique de l'incertitude

Notre objectif n'est pas de proposer une revue complète de la littérature de l'incertitude. Cependant, il est indispensable de mieux décrire cette notion et d'expliciter quelques modèles qui vont représenter le socle de notre démarche empirique au sein du Groupe M. Il s'avère qu'il est très difficile de citer une seule définition de l'incertitude en guise de référence, en raison de sa grande polysémie (Lapthorn, 2012). De plus, on retrouve dans la littérature de nombreuses autres appellations qui expriment finalement des concepts proches, voire identiques à l'incertitude. Parmi ces concepts, Lipshitz et Strauss (1997) ont répertorié le « risque », « l'ambiguïté », « la turbulence » ou encore « le conflit ».

Face à cette diversité théorique et contextuelle autour de l'incertitude, des auteurs ont proposé diverses typologies pour répertorier les différents types d'incertitude. Bien que différentes sur la forme, ces dernières convergent, pour la grande majorité, vers des dimensions très similaires.

En guise de référence, nous pouvons notamment citer les modèles de Schmitt et Klein (1996) et d'Endsley et Jones (2004), présentés dans le Tableau 5.

Typologie	Description
Klein ; Shmitt & Klein, 1996	3 niveaux : 1- Niveau des données - Manque d'information - Crédibilité de l'information - Ambiguïté ou comptabilité de l'information - Complexité de l'information 2- Niveau de la compréhension 3- Projection dans le futur
Endsley & Jones, 2004	4 niveaux : 1- Incertitude portant sur les données - Manque d'information - Crédibilité d'information - Incongruence/conflit de l'information - Mise à jour des données - Ambiguïté des données 2- Incertitude portant sur la compréhension de la situation 3- Incertitude portant sur l'état futur (projection) 4- Incertitude portant sur les conséquences de sa décision

Tab. 5 : Modèle théoriques d'incertitude

Il est à constater que les deux modèles sont très similaires, et qu'ils se différencient principalement par l'incertitude portant sur les conséquences, qui a été intégrée dans le modèle d'Endsley et Jones (op. cit.)

Concernant les différentes stratégies de gestion de l'incertitude, le modèle de Lipshitz et Strauss (1997) demeure parmi les plus référencés. En se basant sur les stratégies de gestion de l'incertitude, rapportée par 102 étudiants en prise de décision dans l'armée, les auteurs ont répertorié les stratégies suivantes :

- *Réduction*. La réduction peut être menée simplement par la recherche d'informations complémentaires. Il peut s'agir également de prendre des décisions précises à court terme et de moins en moins précises à long terme. Les opérateurs peuvent également simuler mentalement le déroulement de la situation pour se construire une représentation de l'état futur, même si cela peut impliquer un coût cognitif important (Cegarra & Hoc, 2008).

- *Raisonnement à partir d'une hypothèse*. Il s'agit ici d'insister, non pas sur le test d'une hypothèse, mais sur le fait que l'opérateur réalise un choix parmi plusieurs options. Par exemple dans le pilotage d'avions de chasse, en cas d'incertitude, le pilote peut prendre l'hypothèse la plus défavorable (Cohen, Tolcott & McIntyre, 1987).

- *Peser le pour et le contre*. Dans le cas où plusieurs solutions sont envisageables, un opérateur peut essayer d'évaluer les solutions. Depuis les travaux princeps de Bruner, Goodnow et Austin (1953)

il a été identifié que les sujets privilégient généralement les solutions qui minimisent par la suite l'incertitude.

- *Préparation*. Les opérateurs peuvent considérer l'événement incertain comme s'il pouvait réellement se réaliser et préparer la situation en conséquence. Il s'agit d'une stratégie de robustesse où l'opérateur cherche à prendre en amont des décisions qui permettront de faire face à l'événement. Il s'agit, par exemple, des anesthésistes qui anticipent les évènements indésirables au bloc et organisent l'opération en fonction de ces évènements potentiels (Xiao, Milgram & Doyle, 1997).

- *Suppression*. Une dernière stratégie consiste à ignorer l'incertitude. Par exemple, dans le cas d'outils informatisés ceux-ci peuvent véhiculer des informations incomplètes ou erronées mais l'opérateur peut pourtant les considérer comme certaines. Il peut également s'agir de l'occurrence d'un évènement qui peut être ignorée notamment si les conséquences sont récupérables.

À partir de ces stratégies, Lipshitz et Strauss (1997) ont proposé l'heuristique R.A.W.F.S. (*Reduction, Assumption-based reasoning, Weighting pros and cons, Forestalling, Supression*) pour en décrire l'enchaînement. Selon ces auteurs, un expert va d'abord tenter de comprendre, reconnaître ou donner du sens à une situation (Klein, 2008). Si des informations sont manquantes, l'expert va alors chercher à réduire cette incertitude, notamment en consultant d'autres sources (*Réduction*). Si l'expert dispose d'une solution il peut simuler son exécution pour évaluer les conséquences (*Raisonnement à partir d'une hypothèse*). Par contre, s'il dispose de plusieurs solutions il peut alors comparer leurs avantages et inconvénients (*Peser le pour et le contre*). Si l'expert n'a pu trouver une solution ou n'arrive pas à faire un choix, il peut alors ignorer l'incertitude (*Suppression*), la préparer (*Préparation*) ou générer une nouvelle solution (cf. Figure 15).

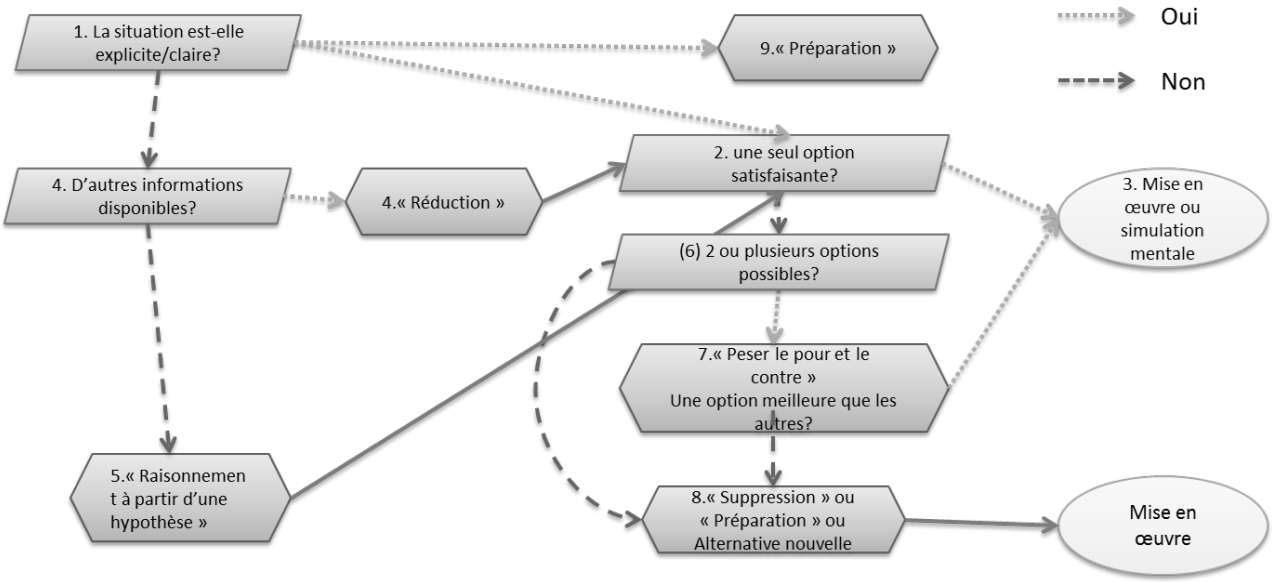
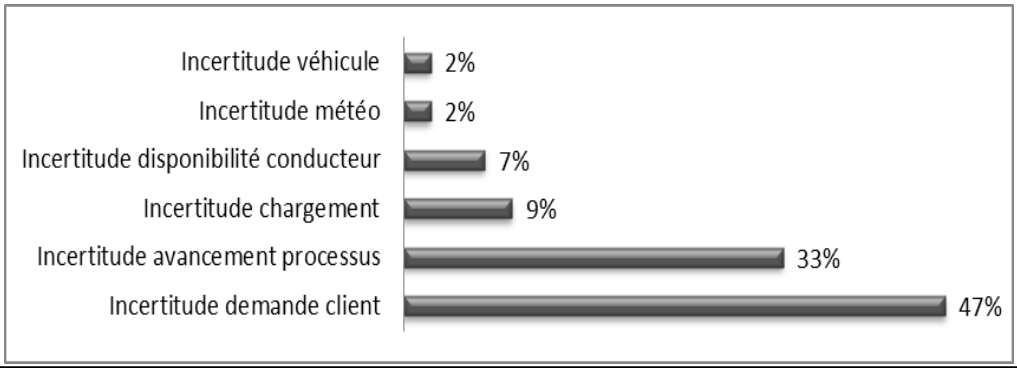


Fig. 15 : Heuristique RAWFS (tiré de Lipshitz et Strauss, 1997)

Après avoir présenté quelques modèles de base de l'incertitude, nous allons réorienter le développement de ce chapitre sur les résultats issus de notre terrain d'étude. Dans un premier temps, il s'agira d'adopter une approche descriptive de détection des différentes sources d'incertitude dans le TRM. Ensuite, nous analyserons quelques cas de gestion de l'incertitude survenus pendant la phase de recueil. Cette démarche qualitative, basée sur une étude de cas, va permettre de connaître les stratégies mises en œuvre par les exploitants pour faire face aux situations incertaines. En rapportant ces stratégies à l'heuristique R.A.W.F.S, nous serons en mesure de déceler les caractéristiques de la gestion de l'incertitude, propres au secteur du TRM. Cette confrontation théorique sera également abordée dans un but secondaire de contribution théorique. Pour ce faire, les résultats issus du terrain d'étude seront comparés à l'heuristique de référence, pour confirmer, infirmer ou compléter celle-ci.

2. Détection des sources d'incertitude

Préalablement à l'analyse des stratégies de gestion, il convient de préciser la provenance de l'incertitude. Pour ce faire, nous nous sommes basés sur l'utilisation du connecteur « si », dans sa fonction hypothétique qui traduit une incertitude (Caron-Pargue & Caron, 1989). La Figure 16 relate les résultats issus de cette variable. Ainsi, nous pouvons noter que lorsque le connecteur « si » est employé dans sa fonction d'expression d'une hypothèse, pour la moitié des énoncés, l'incertitude porte sur la demande du client. En se rapportant à l'activité de l'entreprise, cela demeure cohérent puisque dans le secteur du TRM, les demandes des clients sont constamment modifiées. Notons également que l'instabilité du processus de transport représente la seconde source d'incertitude au sein de l'entreprise M (33%). En effet, des évènements imprévus tels que les pannes, les accidents ou plus fréquemment les conditions de circulation entrainent de l'incertitude sur la durée d'un trajet. Enfin, la troisième source de l'incertitude concerne l'étape du chargement/déchargement (9%). En effet, selon les ressources disponibles sur place, et suivant le nombre de véhicules en attente sur le site, la durée d'un chargement ou déchargement est difficilement prévisible pour l'exploitant.



Enoncés	Nature des données	Activité et tâches			Codage prédicat-argument					Marqueurs psycholinguistiques	
		Phases	Tâche	Outil	Prédicat	Type-objet	But	Variable	Source	Connecteur (Donc, Si, Mais)	Echelle certitude

Fig. 16 : La répartition des différentes sources d'incertitude au sein de l'entreprise M (TM + TMT)

Les stratégies de gestion de l'incertitude ne peuvent être analysées si, au préalable, les séquences pertinentes n'ont pas été détectées. Dans une démarche d'analyse fine, nous postulons que la détection de ces séquences ne peut reposer uniquement sur des éléments arbitraires à un niveau macroscopique. À l'inverse, ce sont des éléments objectifs, issus des représentations mentales de l'opérateur qui doivent alerter de l'amorce de la séquence. Pour définir ces modalités, il faut notamment se référer aux sources d'incertitude qui viennent d'être mises en lumière. Pour détecter la prise de conscience d'une situation d'incertitude par l'exploitant, nous avons déterminé trois indicateurs issus du schème de codage appliqué.

Le premier indicateur repose précisément sur le marqueur « si », dont les résultats viennent d'être décrits. Ce marqueur a permis de déceler la demande du client comme la principale source de l'incertitude chez l'exploitant. Ainsi, lorsque l'objet de la réflexion de l'opérateur sera le « client » (argument « type-objet »), alors nous pourrions juger que la situation présente une incertitude potentielle.

L'échelle de certitude représente le deuxième indicateur à la détection d'une séquence pertinente. Dans le cadre de la conception du schème de codage, un questionnaire reprenant les 36 principaux verbes épistémiques et adverbes modaux a été soumis à l'ensemble des exploitants dont les verbalisations ont été enregistrées. Dans ce questionnaire (échelle de Likert), il est demandé au sujet d'attribuer une note entre 1 et 10 à chaque terme, selon le niveau de certitude que celui-ci exprime pour lui. Par exemple, une note de 3 sur 10 a été attribuée à l'expression « je pense que » et à l'adverbe « probablement », ce qui traduit une certaine incertitude. A l'inverse, « j'affirme que » ou « évidemment » ont reçu une note de 9 sur 10, révélant une certitude très élevée. Ainsi, en se basant sur les résultats du questionnaire, une échelle de certitude a été élaborée, puis intégrée dans la démarche de codage. Ainsi, lorsqu'un énoncé comporte un terme avec un score de certitude inférieur à 5, nous considérons que celui-ci témoigne de l'incertitude.

Enfin, le troisième et dernier indicateur correspond à l'occurrence du prédicat Inférence Hypothèse (INFHYP). En effet, ce prédicat code, par définition, une activité de diagnostic débouchant sur une hypothèse. De fait, il exprime l'incertitude présente dans la représentation mentale de l'opérateur.

Pour détecter une situation de gestion d'incertitude, nous avons établi la règle suivante : lorsqu'un même énoncé comporte deux des trois indicateurs précédemment définis, alors il sera considéré comme le départ d'une séquence de gestion de l'incertitude. Le tableau 6 présente un exemple d'énoncé considéré comme la prise de conscience d'une situation incertaine par l'opérateur. Dans cette situation, nous constatons que parmi les trois indicateurs spécifiés, deux sont présents. Il s'agit du prédicat INFHYP et du verbe « ne sait pas », évalué à 2/10 dans l'échelle de certitude.

Enoncé	*Dimension « prédicat-argument »*		*Dimension psycholinguistique*	
	Prédicat	**Type-objet**	**Connecteur « si »**	**Echelle certitude**
donc on ne sait pas…il va pouvoir charger ce soir ou non.	INFHYP	Conducteur		« ne sait pas si» : 2/10

Tab. 6 : Exemple de détection d'un énoncé traduisant une situation incertaine

La détection d'une source d'incertitude ne représente qu'une étape initiale dans notre démarche d'analyse. Celle-ci se poursuit et prend tout son sens, à travers l'analyse des stratégies elles-mêmes.

3. Stratégies de gestion de l'incertitude

Les indicateurs ont permis de déceler six séquences de gestion de l'incertitude dans nos données. Parmi ces séquences, quatre présentent une incertitude qui porte sur les informations mises à disposition de l'exploitant, comme par exemple la demande du client. Concernant les deux autres séquences, il s'agit de situations dans lesquelles la source de l'incertitude relève plutôt de l'avancement du processus. Quatre des six séquences détectées sont présentées ci-après. Les deux autres séquences ayant des caractéristiques tout à fait semblables aux autres, ne seront pas présentées. Cependant, celles-ci seront prises en compte dans le cadre de la synthèse générale des résultats.

Pour chacun de ces cas, nous avons analysé, puis représenté de manière chronologique les différentes stratégies mises en place par l'opérateur pour faire face à l'incertitude. Pour rappel, les cinq principales stratégies de gestion de l'incertitude représentées se réfèrent au modèle de Lipshitz et Strauss (1997), défini précédemment. Enfin, nous avons également représenté le(s) type(s) d'activités cognitives (prédicats-arguments) sous-jacentes à chaque stratégie. Cela n'a pas été possible pour l'ensemble des stratégies représentées, puisque certaines d'entre elles n'ont pas été verbalisées simultanément. Elles ont été exprimées à posteriori, à travers des verbalisations consécutives. Cette mise en relation vise à mettre en lumière d'éventuelles correspondances entre chaque stratégie et processus mentaux sous-jacents.

- Séquence 1 : incertitude portant sur les informations

Contexte : Il s'agit d'une incertitude concernant la demande d'un client pour le lendemain. L'exploitant ne sait pas combien de camions réserver pour son client mais il doit tout de même avancer dans sa planification. S'il bloque un nombre trop important de véhicules pour ce client et que finalement la demande de celui-ci est inférieure, il risque alors de se retrouver avec des conducteurs sans transport. À l'inverse, s'il se base sur un nombre trop faible, il s'expose alors à un mécontentement de son client dont la demande n'aura pas été satisfaite.

Chronologie de la gestion :

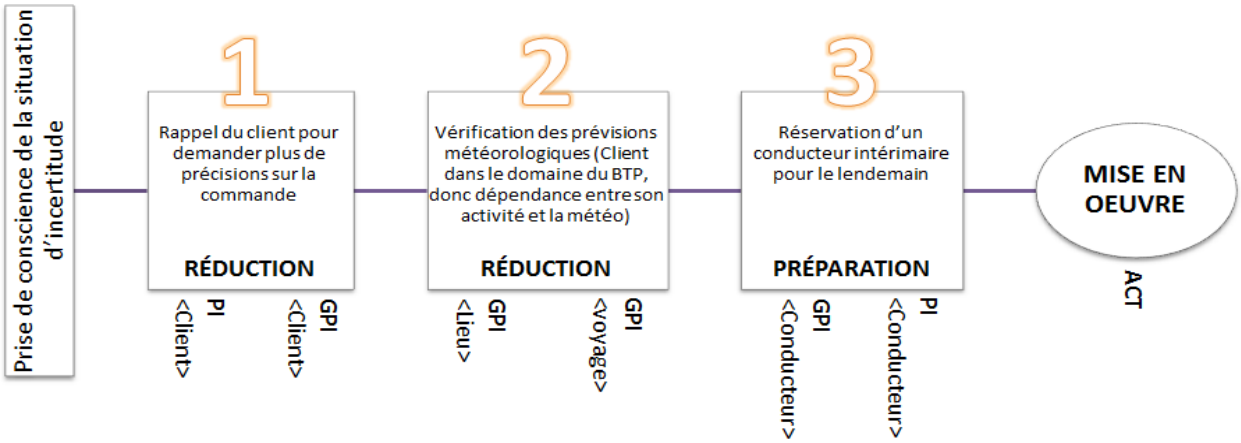


Fig. 17 : Chronologie de la gestion de l'incertitude, Situation 1

- Séquence 2 : Incertitude portant sur les informations

Contexte : le client souhaite bloquer plusieurs véhicules par jour, pendant plusieurs semaines, afin de réaliser des transports sous forme d'inter-sites (navette) dans le sud de la France. Cependant, les chauffeurs étant obligés de rentrer en fin de journée au dépôt, l'enjeu pour l'exploitant est de savoir s'il sera possible de trouver des lots pour que les retours ne se réalisent pas à vide. De cet élément incertain dépend l'acceptation ou non de la demande du client.

Chronologie de la gestion :

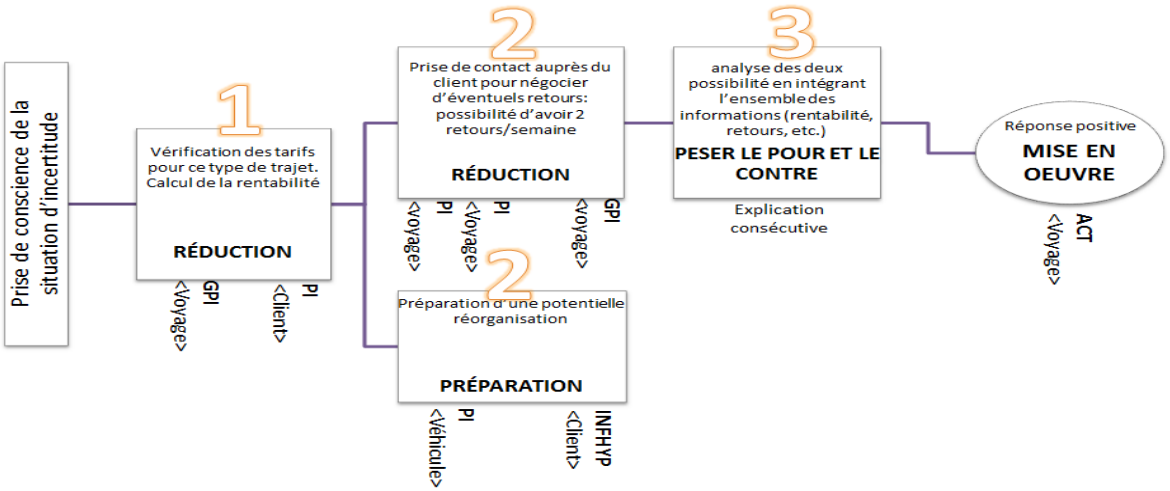


Fig. 18 : Chronologie de la gestion de l'incertitude, Situation 2

- Séquence 3 : Incertitude portant sur les informations

Contexte : Deux camions se dirigent vers un lieu de chargement chez un client un jeudi après-midi. Le chargement doit absolument être fait avant la fin de la journée (heure de fermeture) afin que les deux conducteurs puissent arriver et décharger à destination, quelques centaines de kilomètres plus loin, avant la fin de la semaine (vendredi soir). Or, à cause d'un retard de déchargement chez le client

précédent, les deux conducteurs accusent un retard et l'exploitant ne peut savoir s'ils arriveront à destination à temps, avant la fermeture. En cas de retard, ces derniers doivent recharger le vendredi matin, et ne pourront terminer leur transport que le lundi de la semaine suivante. Ce qui remet en cause toute la planification de la semaine à venir.

Chronologie de la gestion :

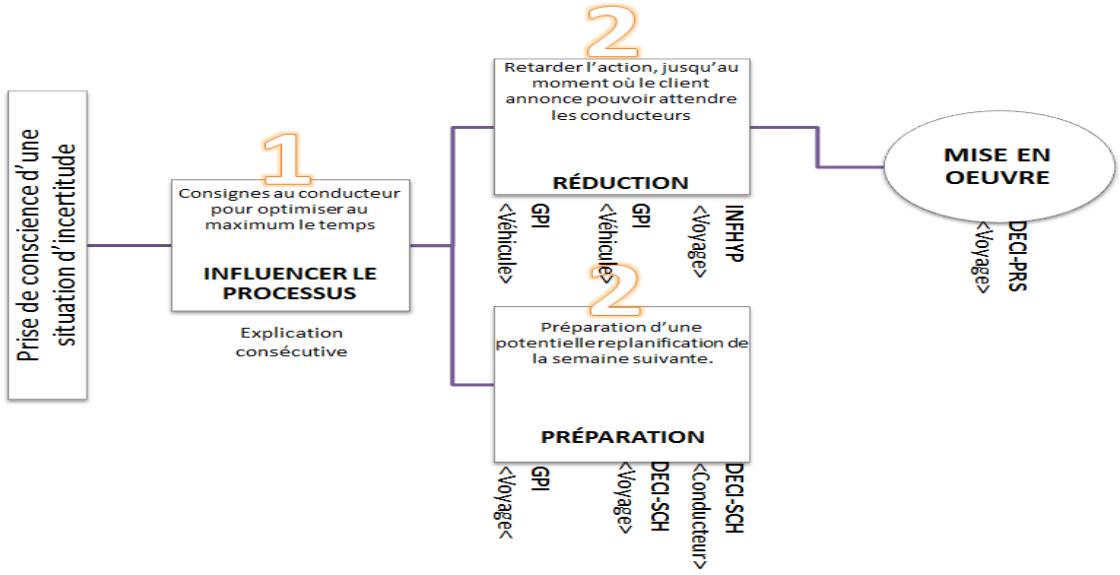


Fig. 19 : Chronologie de la gestion de l'incertitude, Situation 3

- Séquence 4 : Incertitude portant sur l'avancement du processus

Contexte : l'exploitant prend connaissance d'une demande non prévue, provenant d'un client important, pour le jour J. Il n'a pas de conducteur disponible. Il doit alors affecter le transport à l'un des conducteurs en cours de réalisation d'une tournée. Cependant, les heures de conduite par conducteur et par jour sont limitées. Ainsi, selon l'avancement du processus de transport, l'exploitant n'est pas certain que celui-ci ait assez de temps de conduite pour assurer aussi bien son transport initial que le transport supplémentaire qui lui serait affecté.

Chronologie de la gestion :

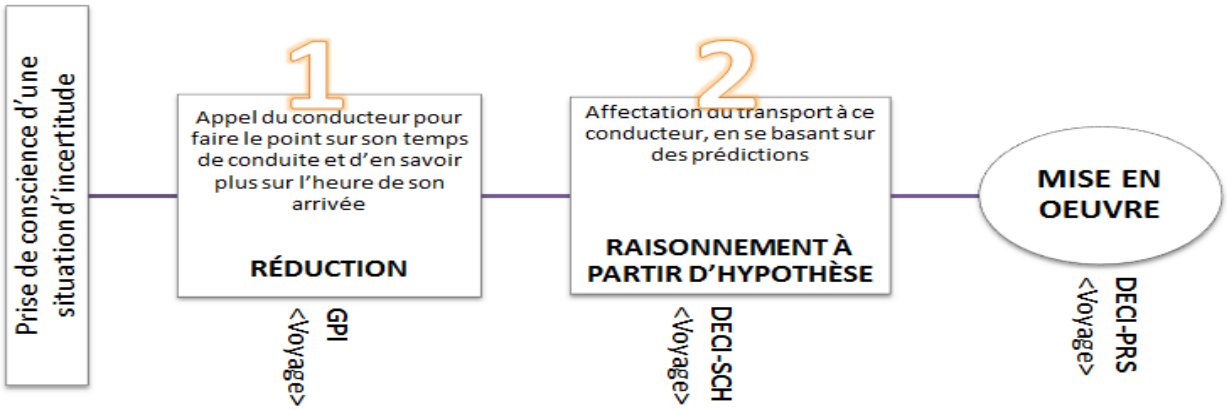


Fig. 20 : Chronologie de la gestion de l'incertitude, Situation 4

4. Synthèse des résultats

La méthode présentée nous permet de mettre en parallèle les différents cas de gestion de l'incertitude observés sur le terrain et l'heuristique R.A.W.F.S (Lipshitz & Strauss, 1997). Le premier constat est l'existence d'une cohérence globale du modèle avec les observations issues du terrain. En effet, l'ordre de mise en œuvre des stratégies est globalement respecté, puisqu'à titre d'exemple, la stratégie de « réduction » est systématiquement privilégiée dans un premier temps, comme cela est stipulé dans le modèle. À l'inverse, d'autres éléments résultant de notre analyse ne semblent pas avoir été pris en compte dans l'heuristique R.A.W.F.S. Ces éléments peuvent être présentés autour de cinq points principaux :

- D'après le modèle de référence, dans un premier temps, l'opérateur s'interroge systématiquement sur la possibilité de réduire l'incertitude (en obtenant de nouvelles informations par exemple). Or, nos résultats montrent que pour la majorité des cas, la stratégie de « réduction » est systématiquement mise en œuvre. La séquence 4 témoigne de cette « réduction immédiate ».
- Selon le modèle, chaque stratégie n'est mise en œuvre qu'une seule fois. En cas d'échec, l'opérateur est censé mettre en œuvre une stratégie différente. Toutefois, nous constatons qu'il est possible que l'opérateur mette en œuvre une stratégie plusieurs fois successivement, en modifiant l'objet de sa réflexion (Par exemple dans les séquences 1 et 2). Un phénomène de bouclage peut alors s'appliquer à chaque stratégie.
- L'heuristique développée par Lipshitz et Strauss (1997) représente l'enchainement des stratégies de manière linéaire. Or, dans plusieurs séquences (2 et 3), nous observons la mise en œuvre de deux stratégies simultanément. Le parallélisme dans la mise en œuvre des stratégies semble un phénomène essentiel à prendre en considération dans la gestion de l'incertitude.
- En ce qui concerne les situations où l'incertitude porte sur les informations, l'ensemble des stratégies perçues sur le terrain correspondent à celles présentes dans le modèle. Cependant, lorsque l'incertitude porte sur l'avancement du processus, nous avons détecté une stratégie qui ne fait pas partie du modèle. Il s'agit de la stratégie « influencer le processus » qui consiste en une intervention active de l'opérateur afin de modifier l'évolution de la situation. Cet enseignement émane de la séquence 3.
- Enfin, dans les conclusions de son étude, Lipshitz et Strauss (1997) considèrent que la stratégie de « suppression » devrait être fréquemment utilisée dans les conditions réelles de travail. Or, dans le cadre de notre étude, il s'avère que lorsqu'une source d'incertitude est intégrée dans la représentation mentale de l'exploitant, à aucun moment celui-ci ne cherche à passer outre ou à la gérer au hasard. À l'inverse, l'enjeu d'une prise de décision en conditions réelles amène l'opérateur à mettre tout en place afin d'éviter la stratégie de « suppression ». Pour illustrer cela, notons que dans les situations étudiées (y compris celles qui ne sont pas présentées), cette stratégie n'a jamais été utilisée. Cependant, il faut rester prudent quant à une invalidation de cette stratégie, puisque dans des environnements où la pression temporelle serait nettement plus importante, la suppression pourrait se révéler pertinente.

En intégrant l'ensemble des enseignements issus de l'analyse de l'activité de l'exploitant, il est possible de suggérer une nouvelle version de l'heuristique R.A.W.F.S. (Figure 21). Si celle-ci tend à être plus complète, elle doit encore être confrontée à son tour à de nouvelles études, au sein d'environnements de travail différents.

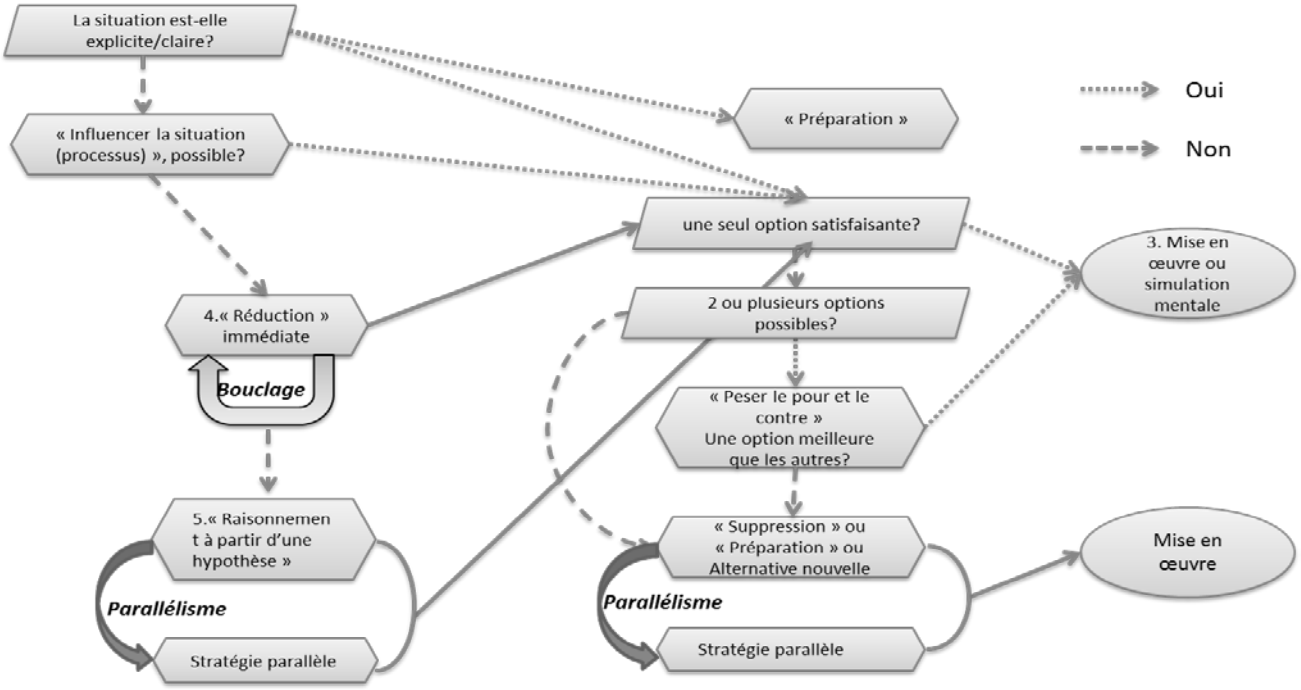


Fig. 21 : Nouvelle version d'heuristique R.A.W.F.S, intégrant les données issues de l'activité de l'exploitant

La méthode mise en œuvre nous permet d'identifier les activités cognitives sur lesquelles les stratégies reposent. Cette démarche permet alors de mieux appréhender les processus cognitifs mis en jeu dans l'application de chaque stratégie. Le Tableau 7 représente les occurrences entre les différentes stratégies ainsi que les activités cognitives (prédicats) qui y sont sous-jacentes. Il est évident qu'en se basant uniquement sur six situations, nous ne pouvons prétendre présenter des résultats exhaustifs. Cependant, ces correspondances peuvent être considérées comme des pistes à consolider dans le cadre de travaux futurs.

Ainsi, nous observons que la stratégie de « réduction » repose principalement sur l'élaboration d'information. En effet, cette classe d'activité représente 87% des prédicats (GPI + PI) codés dans le cadre de la stratégie de « réduction ».

La stratégie de « raisonnement à partir d'hypothèses » correspond exclusivement à la classe d'activité « décision d'intervention ». Il s'agit plus précisément de décision d'intervention schématique (DECI-SCH), sans préciser les détails nécessaires à l'exécution.

Il apparait difficile de mettre en avant une seule classe d'activité en ce qui concerne la stratégie de « préparation ». Celle-ci semble effectivement mettre en œuvre aussi bien des activités d'élaboration d'information que des diagnostics ou des décisions d'intervention.

Enfin, nous ne sommes pas en mesure de définir une correspondance entre les prédicats et les stratégies « peser le pour et le contre » et « suppression ». En effet, la première n'a été rapportée qu'une seule fois, à travers une explication consécutive, alors que la seconde n'a pas été utilisée par les opérateurs lors de notre intervention.

Stratégies de gestion	Activité cognitive
Réduction	65% GPI ; 23% PI ; 6% INFHYP ; 6% DECI-SCH
Raisonnement à partir d'hypothèses	67% DCI-SCH ; 33% DECI-EVAL
Préparation	27% PI ; 27% GPI ; 9% INFHYP ; 9% ACT ; 27% DECI-SCH
Peser le pour et le contre	Explication consécutive (pas de prédicat codé)
Suppression	
Mise en œuvre	25% DECI-SCH ; 50% DECI-PRS ; 50% ACT

Si ces résultats nous permettent de mieux définir les contours de chaque stratégie, déduire leur mise en œuvre à partir des prédicats serait un pas qu'il serait prématuré de franchir. Cependant, l'approfondissement de ces correspondances représente une perspective méthodologique particulièrement pertinente, puisqu'il représente la construction d'un pont entre deux approches : une analyse des activités cognitives à un niveau microscopique et l'étude des stratégies à un niveau macroscopique.

Tab. 7 : Correspondances entre les différentes stratégies et les prédicats

Le chapitre 3 a mis l'accent sur une dimension prépondérante de l'activité de l'exploitant : l'incertitude. Nous avons observé que celle-ci provenait principalement de la demande des clients, qui est une variable très instable dans le secteur du TRM. Après une sélection d'indicateurs robustes, nous avons détecté six cas de gestion de l'incertitude qui ont été étudiés de manière approfondie. L'analyse de ces cas a rendu possible l'accès à l'enchainement des différentes stratégies. Ainsi, la réduction (sous forme de recherche d'informations supplémentaire par exemple) est systématiquement la première stratégie utilisée par l'exploitant. A l'inverse, la stratégie de suppression n'a jamais été perçue. Nous avons également repéré la mise en place de deux stratégies en parallèle, afin de réduire au maximum les risques liés à la perte du contrôle de la situation.

Les résultats ont par la suite été confrontés avec l'heuristique R.A.W.F.S. Cette confrontation s'est traduite par une contribution théorique, à tel point qu'une version plus évoluée a été proposée. Cette contribution théorique peut s'avérer précieuse, puisque dans la conclusion de leurs travaux, Lipshitz et Strauss (1997) avaient souligné l'importance de tester la validité de l'heuristique avec des travaux *in vivo*. Ce qui correspond précisément à notre démarche d'analyse de l'activité, puisque les résultats se fondent sur des données recueilles en conditions réelles.

Chapitre 4 : Bilan méthodologique et formalisation de la démarche d'analyse

Le déploiement de notre méthode d'analyse a permis d'obtenir de nombreux enseignements sur l'activité de l'exploitant. Alors que les trois chapitres précédents étaient consacrés à l'exposition de ces résultats, ce chapitre vise à dresser un bilan de la méthode mise en œuvre. Tout au long de l'étude, qu'il s'agisse du recueil ou du traitement des données, cette première application nous a permis de déceler les avantages et les limites de la méthode conçue. L'ensemble de ces éléments est récapitulé à travers ce chapitre, dans le but de formaliser et de finaliser cette méthode pluridimensionnelle en vue de futures applications.

1. Avantages de la méthode déployée

Dans le cadre de l'étude menée auprès des exploitants, l'analyse de l'activité basée sur le codage des protocoles s'est avérée avantageuse à bien des égards. Ces avantages peuvent être présentés à travers une liste non exhaustive constituée de cinq éléments : l'adéquation avec les conditions réelles du travail, la finesse des résultats, l'adaptabilité, la reproductibilité et l'hybridité de la démarche.

- **Adéquation avec les conditions réelles du travail**

L'une des forces majeures de notre démarche est de s'intéresser à l'activité de l'opérateur, dans l'environnement réel de son travail. Si les résultats obtenus suite à une telle démarche ont un impact et une légitimité supérieure, il faut noter que les contraintes sont autrement plus nombreuses que dans le cadre d'études de laboratoire. Ainsi, le principal danger est de « perturber » l'activité de l'opérateur, ce qui conduirait à deux conséquences néfastes : l'une au niveau de l'activité elle-même et l'autre au niveau de la validité des conclusions En effet, il faut admettre qu'en conditions réelles, la performance de l'opérateur est un paramètre « obligatoire » dont dépend la rentabilité de l'entreprise, la satisfaction des clients et dans certaines situations, la santé et la sécurité d'autrui. Il apparait alors évident qu'il est inenvisageable que cette performance soit mise à mal à des fins scientifiques. La seconde conséquence concerne les résultats de la recherche. En effet, il est absurde de prétendre proposer des résultats valides et généralisables, alors que les données reposent sur une activité affectée. Dans le cadre de notre étude, le codage porte principalement sur des verbalisations simultanées. La consigne de

« penser à voix haute, lorsque cela est possible » ne perturbe pas l'activité, puisqu'elle n'a pas un caractère obligatoire. Par ailleurs, pour Ericsson et Simon (1993), « penser à voix haute » n'affecte aucunement la performance du sujet. Cela signifie que quelle que soit la situation de travail, tant que l'enregistrement vidéo et l'apport de certaines verbalisations concomitantes sont possibles, la démarche d'analyse par codage des protocoles peut être appliquée.

- **Finesse des résultats**

De nombreux résultats ont été présentés à travers ce manuscrit, portant notamment sur les processus cognitifs. L'élaboration de ces résultats a été possible par le croisement entre les nombreuses variables qui constituent le schème de codage. Ces croisements permettent d'atteindre un niveau d'analyse très fin, difficilement accessible avec des méthodes plus traditionnelles telles que l'entretien et l'observation armée. De plus, les résultats revêtent également un caractère plus objectif. A titre d'exemple, interroger l'opérateur sur les sources de l'incertitude dans son activité est soumis à une part de subjectivité et à son ressenti. Or la représentation de l'opérateur ne reflète pas toujours la réalité. En se basant sur les marqueurs linguistiques exprimés de manière spontanée, cette dimension de subjectivité est maitrisée et les résultats tendent vers une description plus représentative.

- **Adaptabilité**

La démarche déployée présente une flexibilité importante, qui facilite son adaptation aux différents objectifs d'étude. L'exemple le plus criant de cette adaptabilité est le choix des arguments. Par exemple, si dans notre étude nous avons fait le choix de coder l'argument « source » pour connaître la provenance des informations, dans d'autres circonstances le choix pourrait porter sur d'autres arguments tels que « Valeur » ou « Moment ».

- **Reproductibilité**

Quel que soit le niveau de finesse des résultats, ceux-ci n'auraient aucune valeur si le codage d'un même protocole par deux analystes différents présentait des disparités importantes. Comme cela a été évoqué précédemment, une partie des protocoles issus de l'entreprise M a été recodé par un second analyste. Le score de correspondance global de 83% nous permet d'accréditer la méthode d'un bon niveau de fiabilité sur ce point. Cependant, nous verrons dans la partie suivante que toutes les variables codées ne sont pas réplicables au même niveau, et qu'il convient de prendre quelques précautions concernant le codage de certaines variables.

- **Hybridité de la démarche**

La méthode appliquée présente un autre avantage, et pas des moindres : celui d'allier différentes approches fondamentales. Ainsi, nous avons constaté dans le chapitre 1 qu'il était possible d'analyser l'activité aussi bien dans sa dimension statique, avec les fréquences des différentes variables, que dans sa dynamique, avec l'analyse de l'enchainement des prédicats. A travers l'analyse de la gestion de

l'incertitude dans le chapitre 3, nous avons également établi un rapprochement entre l'approche microscopique (basée sur l'analyse des unités fines de l'activité, telles que les énoncés) et l'approche macroscopique (basée sur les grandes stratégies de gestion de l'incertitude). Grâce à cette hybridité, le chercheur dispose d'une plus grande palette de possibilités d'analyse, lui permettant d'accomplir au mieux ses différents objectifs d'étude.

Les avantages constatés nous confortent dans nos choix méthodologiques effectués en amont de la démarche d'analyse entreprise. De plus, ces points apportent des arguments supplémentaires quant à une reproduction future de la méthode dans d'autres situations. Cependant, il est tout aussi important, si ce n'est plus, de souligner également les limites rencontrées dans l'application de notre méthode.

2. Limites de la méthode déployée

Tout comme les aspects positifs qui viennent d'être évoqués, les limites perçues au cours du déploiement de la méthode peuvent être regroupées autour de 5 points : le coût de l'application, la nécessité de connaître le terrain d'étude, l'analyse fréquentielle, les inférences de certaines variables et le profil des opérateurs observés. Une bonne partie de ces limites a pu être mise en évidence avec la démarche de double-codage, où les résultats, mais aussi le ressenti des deux analystes ont été confrontés.

- **Coût de l'application**

De toute évidence, le premier frein à reproduire une démarche d'analyse basée sur le codage des protocoles est le temps que cela exige. Il est difficile de donner avec précision une durée de traitement, mais d'après Ericsson et Simon (1993), le traitement d'une séquence de protocoles nécessite de 5 à 100 fois la durée de la séquence codée. Ce coût dépend du schème de codage et de la situation expérimentale. Concernant notre étude, nous estimons le temps de traitement 10 à 15 fois supérieur à la durée de l'enregistrement de l'activité.

Cette limite souligne l'importance d'automatiser et d'informatiser une partie du traitement des protocoles, afin de mieux satisfaire les contraintes de temps des interventions ergonomiques. Par ailleurs, l'automatisation d'une partie du codage représente un objet d'étude de nos travaux de recherche parallèles.

- **Nécessité de connaître le terrain d'étude**

Lors d'une comparaison approfondie des résultats du double codage, nous avons remarqué que bon nombre de différences s'expliquent par une méconnaissance du terrain d'étude par le second analyste. En effet, la non-participation du second analyste à la phase de recueil de données se traduit par quelques erreurs. Par exemple, lors de certaines conversations téléphoniques, l'interlocuteur de l'exploitant a été codé en tant que « conducteur », alors qu'en réalité il s'agissait d'un collègue. La méconnaissance du terrain est tout aussi problématique dans la phase d'interprétation des résultats.

Effectivement, l'interprétation des résultats repose grandement sur la connaissance des caractéristiques du terrain d'étude, obtenue à travers les observations et les discussions informelles sur le terrain. Par conséquent, en se basant sur notre retour d'expérience, il semble difficile que le traitement des données puisse se faire par une personne autre que celle ayant mené l'étape de recueil au sein de l'entreprise. Toutefois, si cette condition devait s'imposer dans le cadre d'une étude, il apparait indispensable que la transmission des connaissances du terrain, à la personne en charge du traitement des données, s'accomplisse de manière extrêmement précise.

- **Analyse fréquentielle**

Une autre limite de la méthode déployée est la nature même des résultats, qui sont sous forme de fréquence (pourcentage). Nous pouvons alors imaginer une surestimation d'une activité brève, mais très fréquente au dépend d'activités qui sont moins fréquentes, mais qui « durent » plus longtemps. Dans le cadre d'analyse fréquentielle, deux autres difficultés ont également été identifiées par Hoc et Amalberti (1999). Il s'agit tout d'abord du choix des variables sur lesquelles la comparaison de fréquences porte. Il faut que ce choix soit murement réfléchi en fonction des objectifs de recherche. Enfin, l'analyste doit aussi éviter d'interpréter une distribution, indépendamment de celle des autres modalités.

- **Inférences de certaines variables**

La démarche de double-codage a permis de mettre en évidence une différence de score de correspondance selon les différentes variables du schème de codage. Par exemple, les prédicats présentent le score le moins élevé, puisque les codages des deux analystes se rejoignent dans 76% des énoncés (contre 83% pour l'ensemble des variables). Cependant, il convient de préciser que les disparités observées concernent, pour la majorité des cas, des prédicats proches, issus de la même catégorie d'activité (exemple : PI et GPI ou DECI-PRS et DECI-SCH). A l'inverse, le codage des tâches représente un score de correspondance inter-juge de 97%.

- **Profil des opérateurs observés**

Toujours dans le cadre de la démarche de double-codage, nous avons fait le constat que le score de correspondance est plus élevé s'agissant d'un opérateur qui a davantage de facilités à produire des verbalisations. Ainsi, au sein de l'entreprise M, il faut noter un score de correspondance proche de 90% pour l'exploitant le plus « loquace », alors que le second exploitant, moins expressif, présente un score de 77%. Le profil du sujet observé a donc un impact sur la qualité du codage. Plus la personne sera expressive, moins l'analyste devra faire des déductions. Ce qui améliore par conséquent sa précision de codage.

Le bilan méthodologique qui vient d'être dressé joue un rôle substantiel dans notre démarche d'étude. En effet, la méthode étant destinée à être reproduite dans un domaine différent, la prise en compte de

ses forces et ses faiblesses est une nécessité absolue. Le Tableau 8 synthétise l'ensemble des points qui ont été développés.

Avantages	Adéquation avec les conditions réelles du travail
	Finesse des résultats
	Adaptabilité
	Reproductibilité
	Hybridité de la démarche
Limites	Coût de l'application
	Nécessité de connaître le terrain d'étude
	Analyse fréquentielle
	Inférences de certaines variables
	Profil des opérateurs observés

Tab. 8 : Avantages et limites de la méthode d'analyse déployée

La reproduction de la méthode doit également être accompagnée d'une nouvelle réflexion méthodologique, afin d'ajuster au mieux le schème de codage aux nouveaux objectifs de l'étude. Ainsi, nous avons souligné dans le chapitre 2 l'importance d'intégrer les séquences de planification discontinues dans l'analyse du « cheminement cognitif ». Pour cela, préalablement au déploiement de la méthode, une réflexion sur l'intégration des indicateurs permettant de mieux identifier ces séquences doit être menée.

A l'occasion de la présentation du Livrable 2, nous avions décrit en détail la procédure concrète d'application de la méthode conçue. Ces détails opératoires, couplés aux enseignements méthodologiques tirés de l'étude au sein de l'entreprise M, représentent un socle solide en vue d'une application future de la méthode.

Conclusion générale

Tout au long de ce troisième livrable, de nombreux résultats ont été apportés afin de mieux appréhender l'activité de l'exploitant dans le transport routier de marchandise. Cette description s'est déroulée de manière progressive, du global jusqu'au détail. Ainsi, ce sont tout d'abord les aspects les plus « tangibles » de l'activité qui ont été évoqués dans le chapitre 1. Dans le chapitre 2, les tâches et les objets physiques ont laissé place aux processus cognitifs, dont la mise en œuvre au cours de l'activité est autrement plus implicite, et plus complexe à détecter. Après avoir balayé les processus cognitifs généraux, le chapitre 3 a mis l'accent sur une dimension spécifique : l'incertitude.

Ce travail ne prétend pas proposer une description exhaustive de l'activité de l'exploitant, et nul doute que nos résultats peuvent être largement complétés. Cependant, en adoptant des approches différentes, nous avons veillé à ce que le portrait de l'activité soit dressé à travers plusieurs angles de vue. Les approches quantitatives ou qualitatives, statiques ou dynamiques se sont succédées tout au long du manuscrit afin d'éviter toutes conclusions réductrices, sur une activité qui demeure complexe.

Une autre préoccupation de ce travail consistait à ne pas présenter les résultats de façon isolée, mais à les intégrer à un référentiel théorique existant. Cette démarche s'est avérée triplement avantageuse. Tout d'abord, en comparant nos résultats à des modèles génériques, nous avons pu mettre en évidence les spécificités de l'activité de planification dans le TRM. Puis, l'obtention de résultats convergents avec les modèles de référence permet d'accorder davantage de crédit à notre méthode d'analyse. D'autant plus qu'il s'agissait d'une toute première application de grande envergure. Enfin, cette confrontation a permis de contribuer à modéliser (Modèle Acheminement Cognitif), à compléter (Heuristique de gestion de l'incertitude) et à mettre à jour (Modèle du domaine du travail dans le TRM) certains concepts et références théoriques. Bien que cette contribution ne soit pas l'objectif premier de notre démarche, il serait absurde de ne pas saisir cette opportunité dans le cadre de travaux annexes ou futurs.

Une grande interrogation émerge de l'ensemble des résultats présentés : où situer l'activité de planification de TRM, en comparaison avec d'autres secteurs d'activité ? Pour apporter des réponses à cette question, une démarche de comparaison inter-domaines doit être adoptée. Celle-ci représente précisément la prochaine étape de notre projet d'étude.

Cette démarche comparative passe inévitablement par une reproduction de la méthode conçue. Cet argument a notamment motivé l'orientation du chapitre 4 de ce manuscrit, qui vise à dresser un bilan et à formaliser la méthode en vue de sa reproduction.

Mener une étude comparative requiert, naturellement, une définition en amont des critères de comparaison. Dans le cadre du livrable 2, une typologie des situations de planification avait été établie. Celle-ci comprenait sept dimensions communes à l'ensemble des activités de planification :

- Horizon temporel de planification
- Conditions de planification
- Règles de planification
- Etapes de planification
- Exigences cognitives dans la planification
- Environnement de planification
- Indicateurs de performance

Suite à notre intervention dans le secteur du TRM, certains points se sont avérés incontournables en vue d'une comparaison intersectorielle. Même si toutes ces dimensions pourraient faire l'objet d'analyse approfondie, notre choix s'est porté vers deux aspects majeurs.

Le premier concerne les « conditions de planification ». En effet, il s'agit là de ce qui caractérise les différences fondamentales entre deux situations. Le type d'activité, les contraintes, le nombre de ressources, etc. sont autant d'éléments qui spécifient les conditions de planification. Ces conditions induisent indirectement la complexité d'une situation.

Depuis le lancement de notre démarche d'analyse en 2012, les processus cognitifs ont été placés au cœur de nos préoccupations. Par ailleurs, la conception du schème de codage a aussi été aiguillée par cet objectif. C'est donc en toute logique que la dimension « exigences cognitives » doit faire l'objet d'un intérêt particulier. La comparaison portera sur la gestion de l'incertitude, mais aussi sur toutes autres exigences propres à chaque situation, comme la pression temporelle, la contradiction des objectifs, etc. Superposer le « cheminement cognitif » pour chaque domaine, ou comparer les stratégies de gestion de l'incertitude propres à chaque situation sont des perspectives qui aiguisent dès à présent notre curiosité.

Le choix du domaine qui fera l'objet de notre prochaine intervention a été arrêté. En effet, le TRM sera comparé à un secteur où la planification joue un rôle prépondérant, puisqu'elle conditionne directement la santé et la sécurité de milliers d'opérateurs et de patients. Il s'agit des Services de Soins Infirmiers à Domicile (SSIAD).

Références

Amalberti, R. & Hoc J.-M., (1998). Analyse des activités cognitives en situation dynamique : pour quels buts ? Comment ? *Le travail humain*, 61, 3, 209-234.

Bruner, J., Goodnow, J.J., & Austin, G.A. (1953). A Study of Thinking. New York: John Wiley.

Caron-Pargue J. & Caron J. (1989). Processus psycholinguistiques et analyse des verbalisations dans une tâche cognitive. *Archives de Psychologie*, 57, 3-32.

Cegarra, J., & Hoc, J.-M. (2008). The role of algorithm and result comprehensibility of automated scheduling on complacency. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing, 28(6)*, 603-620.

Chauvin, C. (2000). Analyse de l'activité d'anticollision à bord des navires de commerce: des marques linguistiques aux représentations mentales. *Le Travail Humain, 63*, 31-58

Cohen, M.S., Tolcott, M.A., & McIntyre, J.R. (1987). Display techniques for pilot interactions with intelligent avionics: A cognitive approach Falls. Decision Science Consortium.

Endsley, M. & Jones, D.G. (2004). *Designing for Situation Awareness: An approach to used-centred design*. Boca Raton, FL: Taylor & Francis.

Ericsson, K. A. & Simon, H. A. (1984). *Protocol analysis: Verbal reports as data*. Cambridge, MA: MIT Press.

Ericsson, K.A. & Simon, H.A. (1993). Protocol analysis: Verbal reports as data. Cambridge, MIT Press.

Hittinger, B., (2010). Les systèmes d'information embarqués dans le transport routier de marchandises : analyse ergonomique chez différents utilisateurs (Mémoire en psychologie du travail non publié). Université Paul Verlaine, Metz, France

Hoc, J.M., & Amalberti, R. (1999). Analyse des activités cognitives en situation dynamique : d'un cadre théorique à une méthode. *Le Travail Humain, 62*, 97-129.

Lipshitz, R., & Strauss, O. (1997). Coping with Uncertainty: A Naturalistic Decision Making Analysis. *Organizational Behavior and Human Decision Processing, 69*, 149-163.

Gacias, B., (2010). Une approche interdisciplinaire pour l'ordonnancement des transports (Thèse de doctorat en Systèmes Industriels et Systèmes Informatiques non publiée). Université Paul Sabatier, Toulouse, France.

Gasser, R., Fischer, K., & Wäfler, T. (2011). Decision Making in Planning and Scheduling: A Field Study of Planning Behaviour in Manufacturing. In J. C. Fransoo, T. Wäfler, & J.R. Wilson (Eds.), *Behavioral Operations in Planning and Scheduling (pp. 11 - 30)*. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.

Hoc, J.M., & Amalberti, R. (1999). Analyse des activités cognitives en situation dynamique : d'un cadre théorique à une méthode. Le Travail Humain, 62, 97-129.

Hoc, J.M., Mebarki, N. & Cegarra, J. (2004). L'assistance à l'opérateur humain pour l'ordonnancement dans les ateliers manufacturiers. *Le Travail Humain,* 67, p. 181-208.

Klein, G. (2008). Naturalistic decision making. *Human Factors, 50(3),* 456-460.

Lapthorn, B., & Hellemans, C. (2012). Construction et validation d'une échelle d'incertitude au travail. In S. Pohl, P. Desrumaux, & A.-M. Vonthron (Eds.), Jugement socio-professionnel, innovation et efficacité au travail (pp. 167-176). Paris : L'Harmattan.

Rasmussen, J. (1983). Skills, rules, and knowledge: Signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, SMC-13(3), 257-266.

Rasmussen, J. (1985). The role of hierarchical knowledge representation in decision making and system management. In IEEE: *International Conference on Systems, Man, and Cybernetics,* number SMC-15, 234-243.

Rasmussen, J. & Vicente, K. J. (1989). Coping with human errors through system design: Implications for ecological interface design. *International Journal of Man-Machine Studies*, 31, 517-534.

Vicente, K. J. & Rasmussen, J. (1992). Ecological Interface Design: Theorical Foundations. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 22(4), 589–606.

Vicente, K. (1999). *Cognitive Work Analysis : Towards safe, productive, and healthy computer-based work*. NJ : Lawrence Erlbaum Associates.

Schmitt, J. F., & Klein, G.A. (1996). Fighting in the fog: Dealing with battlefield uncertainty. *Marine Corps Gazette, 80(8),* 62-69.

Tversky, A., & Kahneman, D. (1974) Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases. *Science, New Series*, Vol. 185, No. 4157., 1124-1131.

Zsambok, C.E., & Klein, G. (Eds.) (1997). *Naturalistic Decision Making*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Xiao, Y., Milgram, P., & Doyle, D.J. (1997). Capturing and modelling planning expertise in anesthesiology: Results of a field study. In C. Zsambok & G. Klein (Eds.), *Naturalistic Decision Making* (pp. 197-205). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Annexes

Annexe 1 : description de la méthode (extrait du Livrable 2)

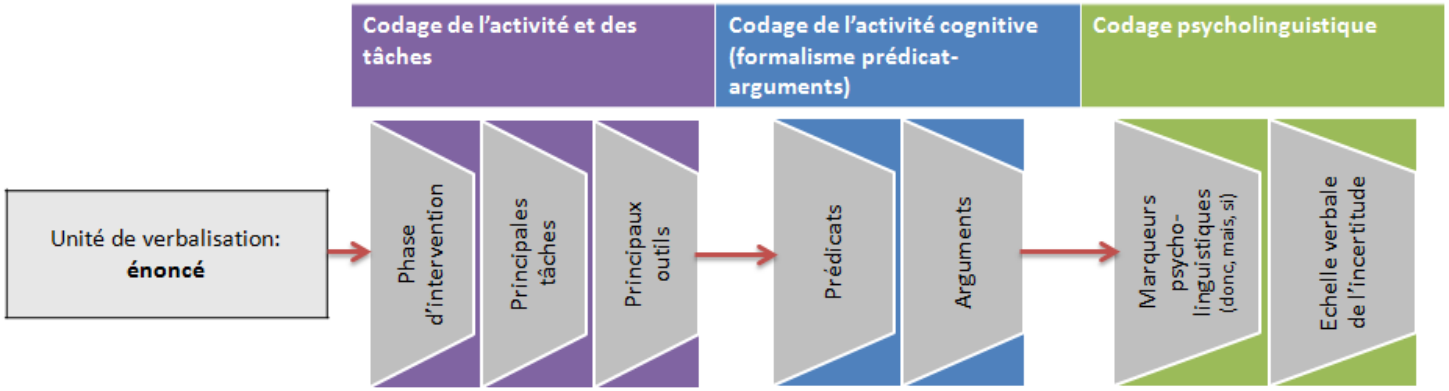


Fig. 1 : Schème de codage pluridimensionnel

1. Codage de l'activité et des tâches

Pour comprendre l'activité de l'exploitant il faut analyser l'activité réelle, répertorier les différentes tâches et lister les outils qui permettent de les accomplir. En mettant ces éléments en parallèle avec le codage de l'activité cognitive, il devient possible de comprendre les processus mentaux sous-jacents à la réalisation des différentes tâches. Pour ce faire, il est indispensable de s'appuyer sur une phase préalable d'analyse de l'activité avec notamment la mise en place d'entretiens et d'observations.

L'aperçu des différentes variables et indicateurs qui composent le codage de l'activité et des tâches est représenté dans la Figure 2. Celui-ci est organisé du niveau le plus macro (phase d'intervention) au niveau le plus micro (outils utilisés).

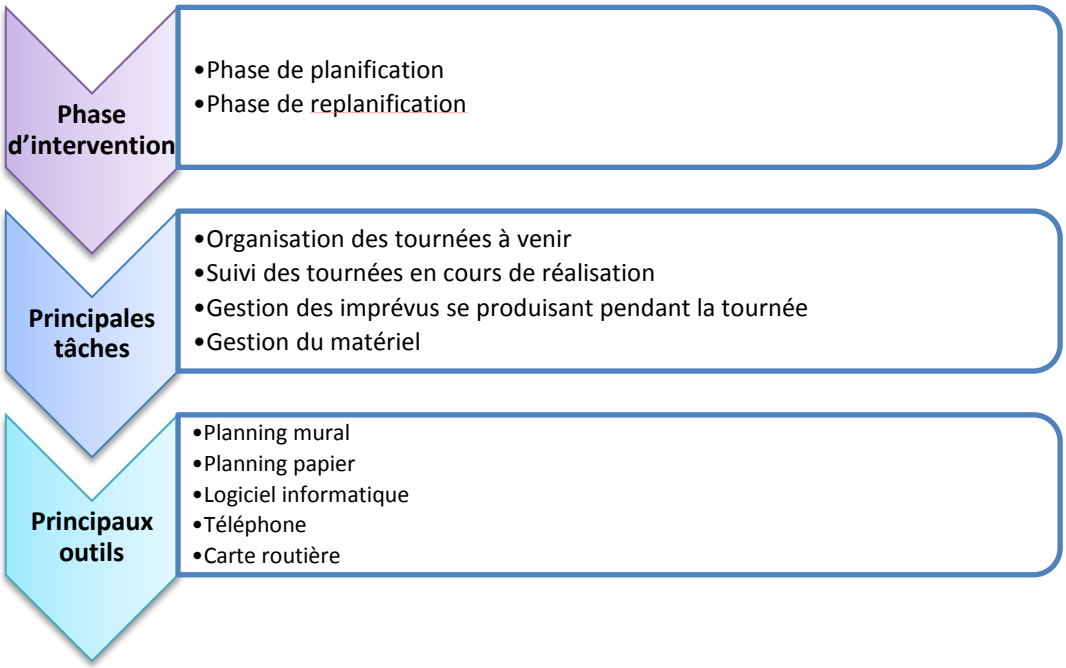


Fig. 2 : Codage des tâches et indicateurs de l'activité

- **Phase d'intervention**

En se référant à notre précédent travail, nous rappelons que l'activité d'un ordonnanceur se compose d'une première phase d'élaboration d'un plan (**planification**), puis d'une seconde phase de suivi ou d'adaptation, dès lors que l'exécution du plan a débuté. Toute intervention après le début de la tournée sera considérée comme appartenant à la phase de **replanification**. Ainsi, dans un objectif de comparaison des processus mentaux mis en jeu lors des deux étapes, nous préciserons la phase de l'intervention pour chaque énoncé. Il s'agira de préciser, lorsque cela est possible, si l'exploitant effectue une opération dans le cadre de « planification », phase préalable à l'exécution, ou bien s'il s'agit de traitement lors de phase de « replanification ». A titre d'exemple, *« je regarde qui est disponible pour le mettre peut-être sur le voyage de demain »* serait codé en phase « planification ». A l'inverse, *« je vérifie la position de Thierry pour voir si je peux lui faire faire un détour par le dépôt »* sera considéré comme une opération en phase de « replanification ».

- **Principales tâches**

En confrontant nos différentes constatations sur le terrain d'étude avec les travaux d'Hittinger (2010), 4 tâches principales ont été répertoriées. Celles-ci se présentent de la manière suivante :

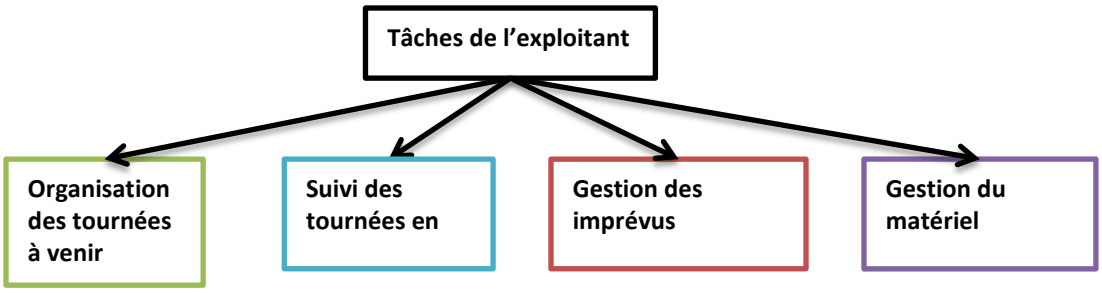


Fig.3. Tâches de l'exploitant transport

Bien que l'on retrouve la plupart des tâches répertoriées dans toutes les entreprises de transport (exemple : organisation des tournées ou gestion des imprévus), il existe des spécificités qui dépendent de l'activité propre et du mode de fonctionnement de chaque structure. Dans le cadre de notre terrain d'étude, il existe par exemple une activité de location de matériel destiné aux travaux publics. Cette activité, propre à cette entreprise, justifie ainsi la présence de tâche « gestion du matériel ».

L'organisation des tournées à venir correspond à l'ensemble des processus de planification, avec la prise en compte de l'ensemble des contraintes et des ressources, telles que les véhicules, les chauffeurs, la marchandise, les points de livraisons, etc.

Le suivi des tournées en cours de réalisation fait référence aux mises à jour que l'exploitant effectue concernant sa représentation d'une tournée qui est déjà en cours de réalisation. Le suivi peut être motivé par le besoin d'une information précise ou encore dans un objectif de surveillance de l'activité des conducteurs. Cette tâche peut être réalisée aussi bien en phase de planification qu'en phase de replanification. En effet, si le suivi d'une tournée a pour but d'anticiper les tournées des jours suivants, alors l'intervention de l'exploitant sera considérée comme de la planification. A l'inverse, si une prise d'information porte sur une tournée en cours d'exécution dans le but d'apporter une modification ou des informations supplémentaires au conducteur, l'énoncé sera codé comme une activité de replanification.

La gestion des imprévus concerne la prise en charge de tous types d'événements se produisant pendant l'exécution de la tournée par l'exploitant. Cependant, il ne faut pas considérer un imprévu comme un événement obligatoirement dramatique, comme cela est souvent le cas dans l'utilisation commune du terme. Il s'agit de faits non prévus dans la phase de planification. Ainsi, au même titre qu'un accident ou une panne, l'absence d'un client sur le lieu de livraison ou l'impossibilité de joindre un conducteur pendant sa tournée sont des exemples d'imprévus gérés par l'exploitant. La tâche « gestion des imprévus » ne se produit qu'en phase de « replanification ».

La gestion du matériel correspond aux tâches de maintenance de ressources et de suivi des entretiens, mais comme cela a été précisé plus haut, cette tâche concerne aussi l'ensemble des opérations liées à

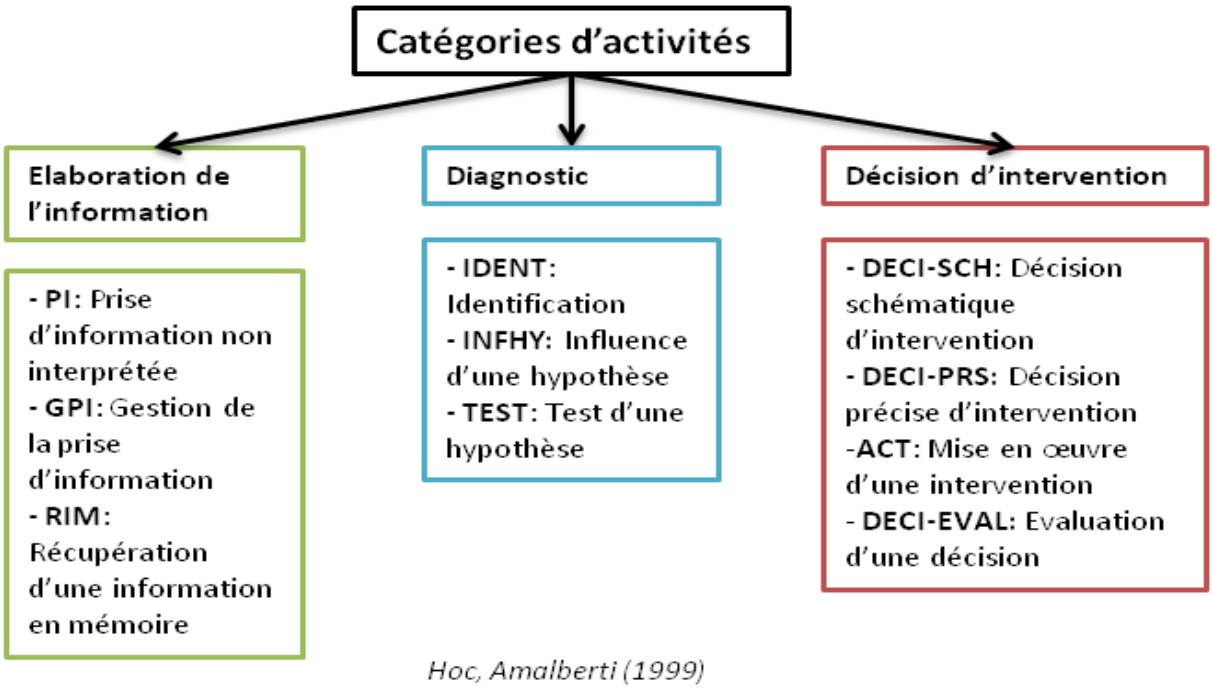
la location de différentes ressources matérielles (pelles mécaniques, grue, etc.). Ce dernier point concerne un service annexe, spécifique à notre terrain d'étude.

- **Principaux outils**

Une autre variable codée pour chaque énoncé est « l'Outil ». Cette variable permet de récolter des informations supplémentaires quant à l'utilisation des différents outils mis à disposition de l'exploitant. Cette variable répond au respect de l'interdépendance de l'activité individuelle avec l'environnement matériel ou social. Cette variable est codée en se focalisant sur le moyen matériel sur lequel l'attention de l'opérateur est portée au moment de la verbalisation (sauf dans le cas où il n'y a aucune utilisation matérielle). De plus, lorsqu'il y a utilisation de deux outils en parallèle (exemple : téléphone + carte), l'outil codé est celui qui aide à la prise d'information ou à la prise de décision (la carte dans le cas de notre exemple). Sur notre terrain d'étude, les outils les plus fréquemment utilisés par les exploitants ont été le téléphone, le logiciel informatique de géolocalisation, le planning mural, le planning papier, les cartes routières ou autres carnets d'archivage.

2. Codage de l'activité cognitive

La deuxième dimension du schème de codage présenté se fonde sur le codage d'activité d'Hoc et Amalberti (1998 ; 1999), qui se présente sous le formalisme prédicat-arguments. Les prédicats sont au nombre de 10 et chacun code une activité distincte. Ces derniers sont répartis en 3 catégories. Le récapitulatif et la définition des prédicats sont présentés dans la Figure 4.



Hoc, Amalberti (1999)

Fig. 4 : Classes de prédicats

Les arguments apportent des précisions et permettent de caractériser chaque prédicat. Le choix du type et du nombre d'arguments dépend directement des objectifs de l'expérimentateur. En effet, un trop grand nombre d'arguments rend l'application du codage extrêmement lourde, et à l'inverse, un mauvais choix d'arguments ou l'absence d'arguments peut bloquer l'accès à des informations essentielles.

Pour l'étude de l'activité de l'exploitant, nous avons fait le choix de caractériser l'ensemble des prédicats avec les arguments <Type-objet> et <But>. L'argument <Type-objet> se réfère à la classe d'objet à laquelle l'activité mentale fait référence. Dans le TRM, les principaux types d'objets sont « chauffeurs », « clients », « véhicules », etc. L'argument <But> code, comme son nom l'indique, le but qui motive l'activité cognitive. En ce qui concerne les prédicats de la classe d'activité « Elaboration de l'information », nous avons opté pour deux arguments supplémentaires : <Variable> et <Source>. Le choix du premier argument se justifie par une volonté d'aller plus loin sur l'objet de l'activité en étudiant la variable précise sous-jacente à l'activité mentale. L'argument <Variable> peut prendre des modalités telles que « temps », « tarifs » ou encore « position ». Et enfin, la désignation de l'argument <Source> répond directement à la volonté d'analyser les relations Exploitant-Environnement matériel et Exploitant-Environnement social. Il s'agira de détecter les personnes ou les outils sollicités dans les prises d'information, selon différentes tâches et problématiques.

Exemple :

Prédicat (<Type-objet>, <But>, <Variable>, <Source>)

GPI (Chauffeur, Réalisation de tournée, Temps, Planning mural)

Enoncé	Prédicat	Type-objet	But	Variable	Source
Euh…(Réflexion) laisse-moi vérifier… oui j'ai Gaston qui revient demain matin de toute façon.	GPI	Chauffeur	Réalisation de tournée	Temps	Planning mural

3. Marqueurs psycholinguistiques

Les travaux en linguistique (Culioli, 1985; 1990) et psycholinguistique (Caron et Caron Pargue, 1989; 1991; 2000 ; 2005) mettent en avant le principe selon lequel il est possible de déduire l'activité mentale à partir du discours. Cette théorie a été appliquée dans le cadre de travaux en ergonomie cognitive, avec notamment l'élaboration d'un schème de codage portant sur les marques linguistiques par Chauvin (2000), dans son étude sur l'activité d'anticollision des navires de commerce. Bien qu'une démarche psycholinguistique ne soit pas au cœur de notre méthode, nous avons tout de même opté pour le choix de quelques indicateurs sur les productions langagières. Ces indicateurs peuvent fournir des informations complémentaires à celles provenant du codage « prédicat-argument », ce qui permet d'avoir une approche plus complète et une analyse plus approfondie de l'activité de l'exploitant.

Les interruptions dans le discours sont des indicateurs importants sur les processus de raisonnement et de résolution de problème. C'est pourquoi nous les prenons en compte en intégrant dans notre démarche l'étude de plusieurs connecteurs traduisant ces interruptions de procédure. Dans un premier temps, l'étude de plusieurs connecteurs a été intégrée dans la démarche d'analyse. Il s'agit des connecteurs « Donc », «Mais » et « Si ». Pour Caron-Pargue et Caron (1989), *« ces connecteurs apparaissent comme des traces directement liées aux procédures mises en œuvre par le sujet »* (p.25). « Donc » représente une focalisation sur un élément important pour planifier la suite. « Mais » signifie la prise en compte d'un élément qui n'avait pas été pris en compte au départ d'une activité telle que la planification (engendrant éventuellement une modification). Enfin « Si » traduit généralement la prise en compte d'une condition nécessaire à l'accomplissement de l'activité ou une hypothèse alternative.A travers la revue bibliographique exposée dans le travail précédent, nous avions démontré que la gestion de l'incertitude serait une dimension primordiale dans la planification, en particulier dans le domaine du TRM. Ainsi, afin de mieux appréhender la gestion de l'incertitude pendant les différentes tâches de l'exploitant, il nous a paru judicieux d'élaborer une échelle de l'incertitude en se basant sur les verbes épistémiques et adverbes modaux. En effet, lors d'une étude réalisée sur 58 sujets, Caron et Caron-Pargue (1991 ; 1994) ont démontré que les verbes épistémiques (*je sais que, je crois que, je suppose que,…*) autant que les adverbes modaux (*Sûrement, probablement, assurément,…*) s'ordonnent selon le niveau de certitude qui leur est attribué. Les expressions et habitudes langagières étant propres à chaque individu, un questionnaire reprenant les 36 principaux verbes épistémiques et adverbes modaux est soumis à l'ensemble des exploitants dont les verbalisations sont enregistrées (cf. Annexe 1). Dans ce questionnaire (type échelle de Likert), il est demandé au sujet d'attribuer une note entre 1 et 10 à chaque mot, selon le niveau de certitude que celui-ci exprime pour lui. Cela permet de classer ces marqueurs suivant trois niveaux de certitude : certitude élevée, certitude moyenne et incertitude pour constituer une échelle d'incertitude. Une telle échelle a été incluse dans la dimension psycholinguistique de notre méthode. Le Tableau 1 illustre l'échelle de l'incertitude pour un exploitant.

Niveau de certitude	Verbes épistémiques	adverbes modaux
Certitude élevée	*Je trouve que* *Je sais que* *J'admets que* *Je reconnais que* *Je suis sûr que* *J'affirme que*	*De fait* *Inévitablement* *Evidemment* *Sûrement* *Incontestablement*
Certitude moyenne	*Je présume que* *Je suppose que* *J'estime que* *J'imagine que* *Je considère que* *Je juge que*	*Manifestement* *Indubitablement* *Vraiment* *Vraisemblablement* *Visiblement* *Effectivement*

		Certainement *Assurément* *Apparemment*
Incertitude	*Je pense que* *Je doute que* *Il me semble que* *Je crois que* *Je soupçonne que* *Je prétends que*	*Peut-être* *Sans doute* *Probablement* *Éventuellement*

Tab. 1 : Echelle d'incertitude basée sur les verbes épistémiques et adverbes modaux pour un exploitant de transport

Une multitude de variables a été présentée à travers la description de la méthode proposée. Chacune d'entre elles répondait à un objectif prédéfini, ou à des pistes exploratoires intéressantes à approfondir. Avant de passer au chapitre suivant, consacré aux aspects concrets de l'application de cette méthode, il convient de donner un exemple récapitulatif mettant en exergue l'ensemble des variables des trois dimensions du schème de codage (Figure 5). La variable « Nature des données » n'est pas une variable portant sur l'activité et n'appartient pas aux trois dimensions définies. Son rôle se résume uniquement à renseigner sur la provenance de l'énoncé selon le type de verbalisation (conversation téléphonique, réflexion à voix haute, explication à destination de l'expérimentateur, etc.).

Enoncés	Nature des données	Activité et tâches			Codage prédicat-argument					Marqueurs psycholinguistiques	
		Phases	Tâche	Outil	Prédicat	Type-objet	But	Variable	Source	Connecteur (Donc, Si, Mais)	Echelle certitude
Je regarde s'il est disponible pour le mettre peut-être sur le voyage de demain pour Serge (Collègue)	Explication	Planification	Organisation des tournées à venir	Planning mural	GPI	Chauffeur	Répondre besoin collègue	Disponibilité	Planning mural	SI : Condition « disponibilité»	Peut-être : Incertitude

Fig. 5. Exemple de codage de protocole