



## 58<sup>e</sup> CONGRÈS DE LA SELF

2-3-4 JUILLET 2025

Ergonomie, communauté(s) et société :  
entre héritages et perspectives

UNIVERSITÉ PARIS NANTERRE

**EBSCO**host

*The full text of SELF congresses  
proceedings in Ergonomics Abstracts is  
included in Academic Search Ultimate on  
EBSCOhost™*

[www.ergonomie-self.org](http://www.ergonomie-self.org)

→ Ergonomics abstract

# La demande cognitive : de l'idée de la charge cognitive à l'évaluation des situations de travail dans l'industrie manufacturière.

Didier LAFONT : Corporate Ergonomist Michelin Group. [didier.lafont@michelin.com](mailto:didier.lafont@michelin.com)

Guillaume FOURGEOT : Occupational Psychologist Michelin Group.  
[guillaume.fourgeot@michelin.com](mailto:guillaume.fourgeot@michelin.com)

Camille ECHEVERRIA : Ergonomist, HSE Manager B2B European Time zone –Michelin Group.  
[camille.echeverria@michelin.com](mailto:camille.echeverria@michelin.com)

### Résumé :

Cette communication expose les éléments qui ont amené un grand Groupe de l'industrie manufacturière à travailler sur les aspects cognitifs de l'activité. L'historique, les enjeux et les évolutions de ce Groupe donnent des clés de lectures pour comprendre une approche par évaluation et cartographie. La revue des études et des outils explique la réorientation de notre outil vers la demande cognitive des situations de travail. Enfin, des premiers résultats opérationnels permettent d'éclairer les évolutions à venir.

Mots-clés : charge cognitive, demande cognitive, outil d'évaluation, industrie manufacturière

## Cognitive demand: from the idea of cognitive load to the assessment of work situations in the manufacturing industry.

### Abstract:

This communication presents the elements that led a large manufacturing industry group to work on the cognitive aspects of the activity. The history, challenges and developments of this group provide reading keys to understand an approach by evaluation and mapping. The review of studies and tools explains the reorientation of our tool towards the cognitive demand of work situations. Finally, initial operational results help to shed light on future developments.

Keywords: cognitive load, cognitive demand, assessment tool, manufacturing industry

\*Ce texte original a été produit dans le cadre du congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française qui s'est tenu à Nanterre les 2, 3 et 4 juillet 2025. Aucun usage commercial ne peut en être fait sans l'accord des éditeurs ou archiveurs électroniques. Il est permis d'en faire une copie papier ou digitale pour un usage pédagogique ou universitaire, en citant la source exacte du document, qui est la suivante :

Lafont D ; Fourgeot G ; Echeverria C ; (2025). La demande cognitive : de l'idée de la charge cognitive à l'évaluation des situations de travail dans l'industrie manufacturière. Actes du 58<sup>e</sup> Congrès de la SELF, Ergonomie, communauté(s) et société : entre héritage et perspectives. Nanterre, 2 au 4 Juillet 2025.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page.



## INTRODUCTION

Ce travail retrace une démarche de recherche pluridisciplinaire, mêlant l'ergonomie et la psychologie, ayant pour finalité d'accompagner les ergonomes avec une méthode d'évaluation d'une situation de travail sous l'angle de la demande cognitive.

L'objectif de la communication est de présenter la genèse, la construction d'un outil, son test et de continuer sur un premier retour d'expérience.

Nous proposons d'aborder le sujet au travers de ses déclencheurs, des enjeux de la démarche, du contexte dans lequel nous avons travaillé, et de la façon dont cette démarche s'insère dans un cadre plus vaste et partagé : l'attractivité et l'expérience employé.

## CONTEXTE

Le contexte de cette étude est influencé par des éléments spécifiques dont un historique de plus de 25 ans, une obligation de travailler à une échelle mondiale, un devoir d'accompagnement des évolutions de l'entreprise et de la société, et enfin une prise en compte de la transformation du travail.

### 1. Une histoire déjà ancienne

« Les faits sont têtus » ... Cette phrase fétiche de François Michelin, qui a alimenté une des valeurs du Groupe Michelin (le respect des faits) illustre l'attachement de l'entreprise au réel et au terrain.

La prise en compte du travail réel a toujours fait partie de l'ADN de l'entreprise.

Avant les années 1990, les prémices de l'ergonomie sont déjà ancrées dans les pratiques de conception, avec des personnes œuvrant sur une forme d'ergonomie de conception, essentiellement normative ou issue de connaissances techniques internes. Mais aucune vision globale structurée n'est disponible.

Cependant, un site de production Français s'est porté en pointe du sujet, en réfléchissant à une méthode, un outil simple, basé sur des critères reconnus, qui permettrait une « analyse simplifiée » avec « un temps d'évaluation minimum », une « aptitude d'appropriation par l'usine » et basé sur une méthodologie référencée (Méthode AMDEC : Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité).

Expérimentée sur un site de production, la méthode fut appliquée sur plusieurs sites industriels, et adoptée plus largement.

A la demande du management, d'autres usines furent évaluées, permettant de faire une première synthèse comparative, considérant que la méthode a été appliquée avec le même esprit dans tous les sites, sur une période de deux ans.

Cette méthode est dite « d'évaluation », elle s'appuie en partie sur des éléments de jugement du groupe d'évaluation chargé d'analyser chaque poste de travail et reprend les éléments habituels utilisés dans les analyses ergonomiques, englobant l'activité dans son ensemble au poste de travail.

Les facteurs potentiels de contrainte et de valorisation n'ont pas tous pu être pris en compte mais il demeurait nécessaire de conserver ces éléments difficiles à

évaluer sans analyse précise, afin de ne pas rester sur une évaluation uniquement normative ou de dépassement de seuil.

Il fut donc décidé d'utiliser des éléments de jugement généraux (éléments qualitatifs) et des éléments de classement spécifiques (éléments quantitatifs) dans l'évaluation finale, ce qui distingue l'outil d'une analyse de risque, sensée être objective.

Depuis 25 ans, le Groupe a continué de développer et déployer cette approche globale structurée en matière d'ergonomie en élargissant le périmètre géographique et en augmentant le nombre de situations de travail couvertes.

Régulièrement mise à jour et recalibrée, cette évaluation procure maintenant une vision assez homogène de la situation de travail de plus de 47000 personnes.

Cette base de données, sa structuration et son analyse régulière constitue maintenant un élément fort qui permet d'établir des priorités en fonction d'éléments assez objectifs.

### 2. Un problème d'échelle et de cognition partagée

La singularité de notre approche (évaluation et cartographie) est liée au fait que le développement a eu lieu au niveau mondial avec une obligation de standardisation. Cette singularité, d'apparence anodine porte cependant en elle des contraintes fortes.

Nous devons concevoir, déployer puis utiliser une méthodologie qui sera identique quel que soit le continent, la culture, le travail et les particularités sociales ou sociétales.

Cette singularité nous oblige à nous positionner sur des dénominateurs communs entre les pays et les entités, donc à perdre forcément en précision.

Nous devons gérer l'ambition d'un standard dans un monde pluriel.

Cette singularité d'approche doit répondre au triple besoin de :

- Donner une visibilité de nos actions
- Transversaliser nos actions (ne pas refaire ce qui existe déjà ailleurs)
- Disposer d'un outil de décision, de communication et d'échange

Nous avons fait le choix de pratiquer une macro-évaluation, qui devait être rapide, comparable et lisible facilement.

Ces contraintes nous rapprochent de 2 thématiques :

- La construction d'un modèle de la tâche selon les critères choisis dans l'outil (donc partiel – partiel et subjectif)
- L'utilisation du modèle comme outil d'échange, ce que Jean Louis Flores décrivait dans ses cours comme un espace de cognition partagée.

L'espace de cognition partagée permet au sein d'un groupe de partager et coordonner les connaissances, les perceptions et les compréhensions pour accomplir des tâches communes.



- ⇒ Il permet aux membres d'un groupe de synchroniser leurs actions et décisions en partageant des informations pertinentes et en maintenant une compréhension commune de la situation
- ⇒ La connaissance que chaque membre a des rôles et des responsabilités des autres membres facilite une meilleure collaboration, une prise de décision plus efficace et d'ajuster les plans et les stratégies en conséquence.
- ⇒ La confiance entre les membres du groupe est renforcée par une compréhension partagée, qui améliorera la cohésion et la performance globale du groupe

C'est en prenant en compte ces thématiques que nous avons orienté notre nouvelle démarche vers l'outil Evane déjà existant.

### 3. La fin d'un cycle socio technique

Le périmètre évolutif du Groupe, les implantations industrielles sur différents continents, les dizaines d'activités différentes, sont les éléments qui ont rendu nécessaire l'établissement d'une « photographie » représentative de nos situations de travail et des données nécessaires à l'établissement de nos besoins et de priorités en matière d'ergonomie.

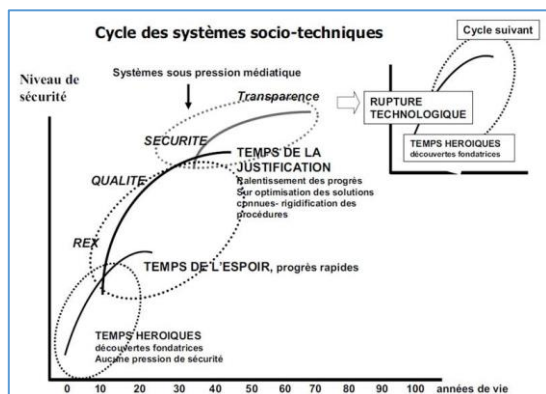


Figure 1 Amalberti, R. Optimum system safety and optimum system resilience: agonist or antagonists concepts? In E. Hollnagel, D. Woods, N. Levison, Resilience engineering : concepts and precepts, Aldershot, England: Ashgate, 2006: 238-256

Ce développement a connu des phases différentes, avec une première époque pionnière de défrichage du terrain, de découverte et de construction. Les critères ont été définis, affinés, les règles d'usage de l'outils sont précisées et les premiers résultats sont utilisés. (1999 – 2004).

La période suivante a consisté au déploiement sur toutes nos implantations Monde, avec des progrès importants, visibles et rapides. C'est aussi le temps de l'appropriation par les entités industrielles bien au-delà de la famille des ergonomes. La pratique de l'ergonomie est découverte par l'industrie, essentiellement au travers de l'outil, et l'état d'esprit

change. Le besoin est créé, les moyens pour le satisfaire arrivent. (2004 – 2014).

La contrepartie de cette appropriation et la montée en connaissance et en compétence des acteurs est l'émergence de questionnements, défis et demandes de justifications. Les résultats sont questionnés, la pratique est remise en cause, la calibration des utilisateurs de l'outil est challengée. L'appropriation de l'outil par des non-ergonomes commence à produire des effets non désirés. La modélisation simplifiée que procure l'outil est considérée comme une réalité. Du statut d'outil d'aide aux ergonomes, l'usage a évolué en devenant une finalité, déclinée en indicateur clé de performance et le système est mis sous pression. (2014 – 2019).

Il fallait alors arriver à dissocier la pratique de l'ergonomie de la pratique de l'outil d'évaluation et stopper l'enfermement de la pratique aux seuls critères gérés par l'outil.

Il devenait nécessaire de passer à l'étape suivante, de repartir sur un nouveau cycle, complémentaire et porteur de nouveautés.

Dans cette période, le groupe a aussi effectué sa mutation, en retravaillant les rapports hiérarchiques et l'organisation. D'entreprise pyramidale, l'organisation a évolué vers une structure horizontale avec à la clé des rapports différents entre les acteurs, une diminution du silotage géographique ou organisationnel, mais avec des effets non désirés plus marqués : une organisation plus complexe et moins lisible.

C'est sur cette mutation de l'entreprise, du contenu du travail, des rapports dans et au travail que c'est greffé notre nécessité d'évoluer dans la pratique de l'ergonomie. (2020 - ... ?)

### 4. Un changement du travail

Les changements technologiques, du contenu du travail, les changements sociétaux, ont aussi modifié nos priorités. D'un centrage initialement focalisé sur les aspects biomécaniques de la situation de travail, la pratique s'est élargie vers une prise en compte élargie aux organisations et aux environnements du travail.

Malgré ces évolutions, les dimensions cognitives de nos situations de travail, bien que connues et prises en compte dans les études individuelles, n'étaient que peu abordées sur l'échelle du Groupe.

Face à la perception commune du changement du travail et de son contexte, à la demande toujours plus forte de résultats, le besoin d'appréhender plus profondément cette dimension cognitive du travail a émergé au travers de discours de plus en plus fréquents, portés par un management quelquefois désarmé sur ce point, et parfois soutenu maladroitement.

L'approche structurée, scientifiquement correcte, transversale de cette problématique est devenu un enjeu fort que l'ergonomie pouvait servir, au travers d'un outil déjà construit, connu, admis et déployé.

Nous avons donc décidé de prendre en compte ce sujet, en soutien d'un enjeu Groupe lié à l'attractivité de nos situations de travail et de la rétention des personnes.



Mais la dimension du Groupe, les ressources compétentes disponibles, la première confrontation aux sujets sont des éléments qui ont mis en évidence la nécessité d'avoir une approche pluridisciplinaire, qui mobilisait des connaissances au-delà des domaines de l'ergonomie.

## APPORTS THEORIQUES

### 1. Historique de la « Charge cognitive »

Dès 1971, Wisner propose « les critères d'évaluation de la charge mentale dans les systèmes hommes-machines et l'utilisation de variables physiologiques au cours du travail à faible charge physique » et propose déjà la distinction entre la « charge objective de travail » (« quantité d'information à traiter, indice de complexité, etc... ») et la « charge réelle pour l'opérateur », ou « charge ressentie par l'opérateur » (Theureau, 2002).

En 1972, Jean-Claude Spérandio (1972) déclare « On ne travaille pas de la même façon selon la charge des informations à traiter, ni selon les outils que l'on utilise. Et aussi on ne traite pas les informations de la même façon selon la charge de travail à accomplir ».

L'auteur illustre son propos à travers la régulation des modes opératoires chez les contrôleurs de trafic aérien (Spérandio, 1977) « Pour une tâche donnée et un contrôleur donné, certaines procédures opérationnelles sont moins coûteuses que d'autres, c'est-à-dire qu'elles génèrent des niveaux de charge plus faibles. Ces procédures seront donc de plus en plus utilisées au fur et à mesure que la demande de travail augmentera, ainsi que le relâchement de certains critères qualitatifs auto-imposés. Cette rétroaction régulatrice entre la charge de travail et les méthodes d'exploitation est utilisée par le contrôleur pour éviter l'apparition brutale de conditions de surcharge et pour retarder la satiété. »

La préoccupation de cette partie du travail humain, intrinsèquement liée au travail physique mais plus difficilement accessible à l'observation, est déjà ancienne.

Si les définitions varient et évoluent, elles mettent toute en avant la distinction entre une charge constituante du travail lui-même, et une charge induite chez la personne.

L'appel à des connaissances en psychologie sur le concept de « Charge cognitive » permet d'enrichir encore cette distinction.

Le terme de charge cognitive apparaît en psychologie en 1988 avec John Sweller qui s'intéresse à ce concept dans le cadre de la résolution de problème et des effets sur l'apprentissage. Il désigne alors la charge cognitive comme faisant référence à la demande d'attention sélective et la capacité de traitement cognitif de la mémoire de travail.

Il explique la différence entre novices et experts en matière de résolution de problème par la présence de « schémas », des structures cognitives permettant de reconnaître à quelles catégories appartiennent les

problèmes et donc comment les résoudre. Il en conclut que l'acquisition de « schémas » est la composante la plus importante dans la résolution de problème.

Il fonde 6 ans plus tard en 1994, la « théorie de la charge cognitive ». Il crée alors la distinction de deux sous-types, la charge intrinsèque liée à la tâche en elle-même et la charge extrinsèque liée à la façon dont l'information est exposée. Il continue à développer cette notion de « schémas » qui augmentent la quantité d'information en mémoire de travail en regroupant plusieurs informations en un seul élément.

En 1998 Sweller, Van Merriënboer et Paas complètent cette théorie en ajoutant un troisième sous-type de charge cognitive, la charge générative. Elle correspond à l'effort personnel requis permettant l'acquisition de l'information sous forme de « schéma ». Elle est donc liée aux caractéristiques de la personne avec ses ressources cognitives et ses capacités d'intégration propres.

### 2. Le développement du concept

De nombreuses questions restent en suspens pour pouvoir s'emparer du concept dans un milieu opérationnel.

Sweller (2010) va nous donner un exemple de l'application de ses 3 sous-types de charge cognitive dans le domaine de l'éducation.

*« La charge cognitive intrinsèque est causée par l'interactivité des éléments qui ne peut être éliminée sans altérer la nature du matériel appris. La charge cognitive extrinsèque est une interactivité d'éléments causée par des facteurs pédagogiques et peut donc être éliminée en modifiant les procédures pédagogiques. La charge cognitive générative appartient à une catégorie tout à fait différente de la charge cognitive. Il s'agit simplement de ressources personnelles de mémoire de travail utilisées pour gérer l'interactivité des éléments associée à la charge cognitive intrinsèque. En tant que tel, il ne s'agit pas d'une source indépendante de charge cognitive comme la charge cognitive intrinsèque et extrinsèque. La charge cognitive totale est donc déterminée par l'interactivité des éléments générée par la charge cognitive intrinsèque et extrinsèque. » (Sweller, 2010)*

Sweller nous donne alors plusieurs éléments :

- « La charge cognitive intrinsèque [...] ne peut être éliminée sans altérer la nature du matériel appris » : la charge provoquée par le contenu du travail ne peut être éliminée sans altérer la nature du travail lui-même.
- « La charge cognitive extrinsèque est [...] causée par des facteurs pédagogiques et peut donc être éliminée en modifiant les procédures pédagogiques. » : la charge provoquée par la façon dont les informations sont exposées est causée par des outils de notre poste de travail et peut donc être modifiée en modifiant ces mêmes outils.
- Enfin « la charge cognitive totale est donc déterminée par l'interactivité des éléments générée par la charge cognitive intrinsèque et extrinsèque. » Ici, à travers l'expression



« charge cognitive totale », il faut comprendre la charge cognitive provoquée par la totalité des interactions entre les éléments du contenu du travail et la façon dont les informations sont exposées, c'est-à-dire tout ce qui est propre à la situation et indépendant de l'individu, c'est ce que nous appellerons dans la suite de l'article, la demande cognitive des situations de travail.

### 3. Les différentes méthodes d'évaluations existantes : mesures subjectives vs mesures objectives

S'accorder sur une définition de la charge cognitive est la première étape. Prétendre l'évaluer mobilise d'autres aspects.

Pour l'ergonomie, la charge mentale peut se caractériser par « **un niveau de préoccupation de l'opérateur qui peut se décliner qualitativement** ».

L'idée générale est que :

- Trop de charge mentale est source d'erreur,
- Pas assez de charge mentale est source de désintéressement.

L'estimation de la charge mentale maximale consiste à repérer la capacité à absorber la gestion de variabilités sans conséquence sur la performance.

Bien qu'intuitive, cette définition est difficilement opérable sur un grand nombre de situations de travail.

Sidhoum et al. (2023) ont réalisé l'état de l'art des différentes méthodes d'évaluations existantes.

Après avoir repris la définition de la charge cognitive de Sweller (1988) et sa division en trois sous-types (Sweller et al., 1998). Ils ont fait la distinction entre deux types de mesures, les mesures subjectives, c'est-à-dire liées au sujet, plus précisément à la pensée du sujet, de son point de vue et les mesures objectives qui ne dépendent pas du jugement du sujet, qui sont indépendantes de son point de vue.

Les mesures subjectives se réfèrent à des questionnaires permettant au sujet d'exprimer son point de vue, on citera par exemple le NASA-TLX (Hart, 1986). Initialement développé par la NASA pour évaluer la charge de travail dans le domaine de l'aérospatial, il est maintenant l'outil le plus reconnu pour évaluer la charge cognitive.

Plusieurs outils d'évaluation s'en sont inspirés comme le DALI (Driving Activity Load Index) (Pauzié, 2008) dans le domaine de la conduite automobile et le SURG-TLX (Wilson et al., 2011) dans le domaine de la chirurgie.

Les mesures objectives quant à elles vont concerner des mesures physiologiques, indépendantes de la pensée et du point de vue du sujet.

On citera :

- La mesure du temps de réaction dont la charge cognitive est un des facteurs pouvant augmenter le temps de latence.
- L'analyse des mouvements oculaires avec le taux de clignement qui est un indicateur important de l'activité mentale : en cas

d'augmentation de la charge cognitive, ce taux va alors diminuer.

- Les mesures utilisant l'électroencéphalogramme permettant d'enregistrer l'activité électrique cérébrale, laquelle peut être analysée afin d'évaluer la charge cognitive.
- D'autres mesures peuvent aussi nous communiquer des informations indirectes sur la charge cognitive comme la variation de la fréquence cardiaque, le tonus vagal, la conductivité électrique de la peau ou encore la température faciale (Sidhoum et al., 2023).

## APPROCHE METHODOLOGIQUE

### 1. Les contraintes de la méthode Evane

Notre méthode Evane, outil d'évaluation du niveau ergonomique des situations de travail, est maintenant bien connue et fait référence dans le Groupe. Elle est adossée à une base de données et à des outils de B.I. qui nous permettent d'exploiter et d'analyser nos données avec facilité.

Evane possédait historiquement des critères d'évaluations de « la charge mentale » nous permettant d'avoir quelques indications sur le niveau de préoccupation de l'opérateur, l'outil possédait également des « critères de valorisation » qui ambitionnaient d'évaluer des aspects liés à l'intérêt du poste pour la personne.

Cependant ces critères, déjà anciens, nous ont semblés incomplets vis-à-vis des situations de travail auxquelles nous sommes maintenant confrontés. Nous avons donc une opportunité de bâtir sur un outil existant et d'insérer des critères plus actuels d'évaluation, validés scientifiquement et ciblant les aspects cognitifs des situations de travail.

Le deuxième point remarquable est lié à l'outil en lui-même. Evane évalue une situation de travail selon des critères établis et reconnus de contrainte. Il n'existe pas d'approche individuelle, l'ambition est d'évaluer un niveau de contrainte et aucunement un niveau d'astreinte.

Notre demande initiale d'évaluation de la charge mentale s'est donc rapidement heurtée à la dimension individuelle du concept de la charge cognitive. Elle a donc dû être reformulée au regard de l'état de l'art réalisé et sur les outils existants, afin de s'adapter à l'évaluation des contraintes et non à l'évaluation des astreintes.

Sur la base des travaux de Sweller et de la séparation de la charge cognitive en 3 sources, intrinsèque, extrinsèque et générative, nous avons vu l'opportunité de ne prendre que les 2 premières sources et de s'affranchir de la partie générative directement liée à la personne.

Dès lors, notre travail a nécessité une réorientation en évaluation de la « **demande cognitive de la situation de travail** », terme supportant bien la traduction en langue anglaise et compréhensible en langue française.



Nous parlerons donc désormais de l'évaluation de la demande cognitive, comme évaluation des facteurs de contrainte cognitive.

## 2. Le passage de la charge cognitive à la demande cognitive

Il s'agit de cibler les critères permettant d'évaluer une situation de travail et la demande cognitive associée.

L'orientation choisie est d'approfondir les deux leviers spécifiques : la charge intrinsèque et la charge extrinsèque.

Nous avons recensé des outils d'évaluation déclinés de ce concept.

L'objectif était d'identifier des outils de référence ayant démontré leur robustesse et leur opérabilité dans un milieu industriel.

Les outils suivants ont été analysés :

- **NASA TLX (Hart, 1986)** : « Task Load Index », questionnaire d'évaluation de la charge cognitive dans le domaine de l'aérospatial ;
- **Lysaght et al. (2008)** : « Towards improved measurement of cognitive and behavioural work demands », outil de mesure de la charge cognitive et comportementale du travail sur les étudiants en sciences de la santé ;
- **CLAM (Thorvald et al., 2019)** : « On the development of a method for cognitive load assessment in manufacturing », outil d'évaluation de la charge cognitive sur les opérations d'assemblage dans un système de production ;
- **Bergman et al. (2021)** : « Cognitive Ergonomics of Assembly Work from a Job Demands-Resources Perspective: Three Qualitative Case Studies », études qualitatives sur la charge cognitive des travaux d'assemblage dans des entreprises d'automobiles.

Bien que ces outils aient démontré leur robustesse et leur opérabilité dans des milieux industriels, aucun d'entre eux ne filtre l'aspect génératif.

La création d'un outil permettant d'évaluer cette demande cognitive a été l'option privilégiée afin d'enrichir notre outil Evane déjà existant.

L'enjeu fut donc d'isoler les critères intrinsèques et extrinsèques dans le but de les intégrer dans Evane, format déjà connu et accepté dans le groupe.

## 3. Identifier les critères intrinsèques et extrinsèques

Les outils analysés mettent en évidence 4 types de famille de critères, permettant d'appréhender la charge cognitive d'un individu :

- Les critères relatifs au « temps »
- Les critères relatifs aux besoins de prises de décision et de vigilance
- Les critères relatifs à la complexité du produit et du système de production

- Les critères relatifs aux stimuli présents dans l'environnement de travail

Une fois ce regroupement effectué, il a donc fallu extraire les critères liés à la charge générative, c'est-à-dire aux caractéristiques de l'individu.

Si nous prenons l'exemple des critères relatifs au « temps » dans les différents outils comparés, nous relevons :

- Evane (2000) : « **Autonomie/Dépendance au process** » qui correspond à la durée d'absence possible de l'opérateur de son poste de travail. La possibilité de s'absenter met en évidence le lien de dépendance plus ou moins fort qu'a l'opérateur par rapport au process sur lequel il travaille.
- Lysaght et al. (2008) : « **La pression des délais** » (**Deadline pressures**) qui fait référence à la pression temporelle perçue par les étudiants en sciences de la santé pour rendre leurs devoirs.
- CLAM (Thorvald et al., 2019) : « **La saturation** » qui désigne l'équilibre particulier des tâches d'assemblage. Les opérations de travail réelles occupent rarement 100 % du temps disponible et l'évaluation de la saturation indique le % de temps occupé de l'opérateur d'assemblage.
- Bergman et al. (2021) : « **En rapport avec le temps** » (**Time-related**) qui revient à prendre en compte à la fois la conscience de la diminution du temps restant, le rattrapage de retard, les tâches supplémentaires et la fatigue après une longue journée.

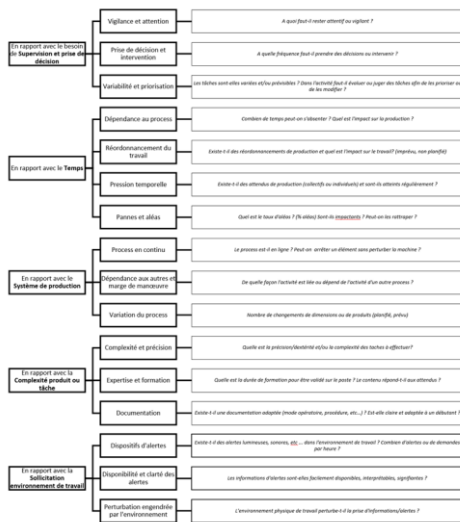
Dans ce cadre, nous avons pris la décision de construire notre critère « **La relation au temps** » en ciblant 4 aspects des situations de travail : la dépendance au process, l'existence de réordonnancements de production, l'existence d'attendus de production et la présence de pannes et d'aléas.

En outre, nous avons aussi adaptés certains critères pertinents dans notre usage. « Le rattrapage de retard » de Bergman et al. (2021) comprenant « la motivation intrinsèque à rattraper les retards » et « les heures supplémentaires » ont été regroupés en « pression temporelle » que nous mesurons à l'aide de l'existence d'un attendu de production et la fréquence d'atteinte de celui-ci sur le poste. Cette modification nous permet donc de rendre ce critère adapté à notre méthode, en évaluant les caractéristiques de la tâche attendue et la demande cognitive qu'elle va provoquer.

Ces modifications se traduisent donc à travers notre grille d'évaluation de la demande cognitive de nos situations de travail ci-dessous.



## Demande Cognitive du travail :



## 4. Tester, évaluer, améliorer : un processus de conception itératif

Une fois l'outil construit, nous avons dû tester sa validité. Nous nous sommes donc fixés 3 objectifs lors de cette phase de test.

- Le premier est de tester nos critères sur 3 zones, la première comprenant les trois Amériques, la deuxième toute l'Europe, la troisième toute l'Asie et l'Inde. Le but était de faire au moins un test dans chacune de ces zones afin de voir si nos critères filtrent les différences sociales et sociétales.
- Le deuxième objectif est d'appliquer notre méthodologie à 3 situations de travail « typiques », à savoir une personne face à une machine, une personne face à plusieurs machines et une personne dans un collectif.
- Enfin, le troisième est de vérifier si notre outil est bien capable de raisonnablement filtrer l'aspect génératif. Nous avons donc ciblé des novices et des experts sur chaque poste que nous avons testés.

## 5. Les résultats des tests

Les tests menés ont répondu aux points investigués : L'opérabilité de la méthode a été validée au sein du Groupe en la confrontant à des usines asiatiques, européennes et dans une moindre mesure à des usines américaines.

Une simplification et une clarification des questionnements ont été effectuées. Après une période d'assimilation de la méthode, les usines pourront prétendre à une évaluation autonome avec leur ergonome.

L'usage de la méthode sur nos 3 situations caractéristiques a aussi été validé après 3 tests opérationnels sur des usines différentes. Un test supplémentaire sur une situation de supervision d'installation a aussi confirmé le périmètre d'usage initialement prévu.

Enfin, des tests plus approfondis menés en Roumanie et en France nous ont confirmé la bonne réponse de la méthode pour filtrer la charge cognitive générative pouvant perturber notre évaluation de la demande cognitive de la situation de travail (tâche demandée).

Au-delà des plans de test, la confrontation aux opérateurs, sur les différents pays nous a fortement confirmé le besoin d'approcher cette dimension du travail et nous encourage à la prendre en compte plus largement avec une approche structurée.

A ce jour, une usine Roumaine a décidé d'engager une démarche formelle de prise en compte de cette dimension en anticipation sur notre planning.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Notre approche comprend plusieurs limites. Cette méthode permet l'évaluation des contraintes de la tâche et non pas celle de l'activité avec sa variabilité inter-individuelle. De plus, elle n'est pas exhaustive. La part collaborative du travail qui impacte cette demande cognitive (Dillenbourg et Betrancourt, 2006) est peu prise en compte. De même, le soutien social qui définit l'ensemble des interactions sociales qui aide la personne à modérer la charge cognitive subie (Karasek et al., 1982) est absent.

Cependant elle permet tout de même de traiter les aspects cognitifs provoquée par la situation de travail en ayant pour objectif d'adapter celle-ci à l'Homme. De plus, il est nécessaire de rappeler la réelle dissociation entre la pratique d'une discipline et l'utilisation d'un outil. Arrivé à un niveau de maturité suffisant sur le questionnement des aspects biomécaniques de nos situations de travail, il est apparu impératif de compléter cette méthode avec une assise scientifique suffisante pour avancer de façon structurée et pour ancrer l'ergonomie dans une approche plus large.

Cette première étape nous confronte déjà aux premières études de terrain, aux premières demandes opérationnelles, mais nous montre aussi de réels besoins de formation des acteurs. Cependant, elle nous procure un argumentaire solide pour nos investissements et constitue une base de discussion et d'échange avec des décideurs de tous niveaux y compris dès la conception.

L'année 2025 sera sans doute le début d'un autre cycle socio technique pour l'ergonomie dans le Groupe. A nous d'anticiper les prochaines phases.

## BIBLIOGRAPHIE

- Amalberti, R. (2017). Optimum system safety and optimum system resilience: agonistic or antagonistic concepts?. In *Resilience Engineering* (pp. 253-271). CRC Press.
- Dillenbourg, P., & Betrancourt, M. (2006). Collaboration load. *Handling complexity in learning environments: Theory and research*, 141-165.
- Hart, S. G. (1986). NASA task load index (TLX).



- Lysaght, R., Shaw, L., Almas, A., Jogia, A., & Larmour-Trode, S. (2008). Towards improved measurement of cognitive and behavioural work demands. *Work*, 31(1), 11-20.
- Karasek, R. A., Triantis, K. P., & Chaudhry, S. S. (1982). Coworker and supervisor support as moderators of associations between task characteristics and mental strain. *Journal of occupational Behaviour*, 3(2), 181-200.
- Pauzié, A. (2008). A method to assess the driver mental workload: The driving activity load index (DALI). *IET Intelligent Transport Systems*, 2(4), 315-322.
- Sidhoum, L., Dormegn, L., Neumann, N., Rouby, A. F., Sauer, A., Gaucher, D., ... & Bourcier, T. (2023). Méthodes d'évaluation de la charge cognitive et des facteurs inducteurs de stress des chirurgiens et anesthésistes au bloc opératoire. *Journal Français d'Ophthalmologie*, 46(5), 536-551.
- Sperandio, J. C. (1972). Charge de travail et régulation des processus opératoires. *Le travail humain*, 85-98.
- Sperandio, J. C. (1977). La régulation des modes opératoires en fonction de la charge de travail chez les contrôleurs de trafic aérien. *Le travail humain*, 249-256.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive science*, 12(2), 257-285.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and instruction*, 4(4), 295-312.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J., & Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational psychology review*, 10, 251-296.
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational psychology review*, 22, 123-138.
- Theureau, J. (2002). La notion de charge mentale est-elle soluble dans l'analyse du travail, la conception ergonomique et la recherche neuro-physiologique. *Charge mentale: Notion floue et vrai problème*, 41-70.
- Thorvald, P., Lindblom, J., & Andreasson, R. (2019). On the development of a method for cognitive load assessment in manufacturing. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 59, 252-266.
- Wilson, M. R., Poolton, J. M., Malhotra, N., Ngo, K., Bright, E., & Masters, R. S. (2011). Development and validation of a surgical workload measure: the surgery task load index (SURG-TLX). *World journal of surgery*, 35, 1961-1969.
- Wisner, A. (1971). Ergonomics around the world France. *Applied Ergonomics*, 2(3), 159-161.
- Wolter Bergman, M., Berlin, C., Babapour Chafi, M., Falck, A. C., & Örtengren, R. (2021). Cognitive ergonomics of assembly work from a job demands-resources perspective: three qualitative case studies. *International journal of environmental research and public health*, 18(23), 12282.