

Quels modèles pour comprendre et prévenir les TMS ? Pour une approche holistique et dynamique

Michel Aptel¹, Nicole Vézina²

¹ Professeur associé, Département de kinanthropologie, UQAM, Montréal

² Professeure titulaire, CINBIOSE, Institut de santé et société, UQAM, Montréal

Résumé :

L'engagement des préventeurs dans la prévention des TMS est loin d'être suffisant compte tenu du nombre de salariés atteints et, parallèlement, l'efficacité de la prévention reste encore relative. L'objet de cet article est d'envisager au regard de l'abondance des connaissances scientifiques disponibles, les raisons qui peuvent expliquer ce constat à partir du préalable que ces connaissances ne favorisent pas l'engagement dans la prévention. Cet article propose un examen global de la problématique des TMS à travers trois modèles qui se veulent complémentaires. Le premier modèle cible une action sanitaire intégrant simultanément la prévention et le retour au travail des personnes atteintes de TMS, le second modèle rappelle l'importance à comprendre les processus biologiques à l'origine des TMS grâce au modèle de Bruxelles. Le troisième modèle se veut un appel à l'interdisciplinarité dans l'organisation de la recherche et des moyens de prévention des TMS. Ces trois modèles complémentaires seront d'abord décrits pour, ensuite, proposer des repères argumentés et opérationnels visant cet idéal d'une prévention cohérente, durable, efficace et globale des TMS.

Mots clés : TMS, modèle, prévention, compréhension, ergonomie, physiologie, santé.

La prévention des Troubles Musculo Squelettiques (TMS) n'est pas à la mesure des enjeux que ce risque professionnel soulève. Si cette affirmation au caractère tranché doit être relativisée, il n'en demeure pas moins que la dynamique sanitaire et sociale de prévention que ce risque devrait induire fait défaut, en particulier une politique générale volontariste et coordonnée de prévention. Pourtant, d'immenses progrès dans la connaissance de ce risque ont été accomplis grâce aux nombreux travaux de recherche et à l'intensité de la coopération internationale dans ce domaine. Les actes du congrès Premus 2007 à Boston ou le 1^{er} congrès du groupe de recherche francophone à Nancy en sont, chacun à leur mesure, des témoignages. Néanmoins, force est d'admettre que cela n'induit pas pour autant de volonté collective effective d'action à la hauteur de la réalité du risque. Plus encore, on assiste à un découplage entre le niveau de connaissance sur ce sujet et l'engagement des décideurs dans la prévention. Tout semble se passer comme si les TMS représentaient un handicap socialement accepté.

Le contexte socio-économique dont les effets sur la santé et plus largement les collectifs de travail sont décrits avec précision dans un ouvrage collectif (Théry 2006), est un macro déterminant majeur des TMS. Cette dimension pourtant essentielle de la question qui pèse sur les politiques de prévention ne fera pas l'objet de cet article. C'est donc dans une autre perspective qu'il s'inscrit. Sans ignorer le poids de la responsabilité des décideurs, cet article vise plutôt à regarder comment et pourquoi, les connaissances, les méthodes et les savoir-faire que les chercheurs ont apportés n'ont pas conduit à leur mobilisation. Autrement dit, pourquoi cette masse d'informations sur les TMS n'est pas exploitée et ne produit pas d'action d'envergure bien que les actions locales au niveau d'entreprise voire de secteurs ou de branches sont nombreuses mais trop souvent ponctuelles.

En conséquence, s'interroger sur les inadéquations des approches disciplinaires ou les limites des modèles de compréhension unidimensionnels (biomécanique ergonomique, biologique, épidémiologique ou même juridique en lien avec la réparation, etc.) est nécessaire. Réfléchir à la complexité ou à la difficulté d'expliquer aux préventeurs et plus largement aux décideurs, la problématique des TMS est urgent. Reconsidérer l'hypothèse pourtant tellement pertinente pour un scientifique, que comprendre est la condition de l'action tout en recherchant les limites, s'impose. Se demander quelles sont les recherches dont ont besoin, de leur point de vue, les praticiens des conditions de travail et les décideurs pour s'engager dans la prévention est une priorité. Bref, se remettre en cause et considérer de manière critique notre argumentaire à l'usage des acteurs de la société est une obligation. Westerholm (2007) le rappelle dans un commentaire sur les motifs de la fermeture du National Institute for Working Life (Suède) qu'il faut garder en mémoire tant cette décision interpelle la communauté scientifique.

C'est pourquoi, considérant que le défaut d'engagement des décideurs n'est pas le résultat d'une cécité et que les chercheurs en santé au travail ont une responsabilité dans cette situation, une analyse holistique de la problématique des TMS va être proposée dans cet article. Elle repose sur les valeurs de la recherche fondée sur des preuves desquelles, par une approche inductive c'est à dire partant de faits, seront présentés trois modèles. Il s'agit d'une réflexion ayant pour objectif de poser et

d'articuler selon un mode dynamique la compréhension et l'action relatives à la problématique des TMS. Le premier modèle cible une action sanitaire intégrant la prévention et le retour au travail des personnes atteintes de TMS, le deuxième modèle est basé sur l'importance de mieux comprendre les processus biologiques à l'origine des TMS en s'inspirant du modèle de Bruxelles, alors que le troisième modèle se veut un appel à l'interdisciplinarité dans l'organisation de la recherche et des moyens de prévention des TMS. Ces trois modèles complémentaires seront d'abord décrits pour, ensuite, proposer des repères argumentés et opérationnels visant cet idéal d'une prévention cohérente, durable, efficace et globale des TMS. Ces modèles sont issus des travaux récents de la communauté scientifique, de l'expérience différenciée acquise par les auteurs sur ce sujet depuis plus de 20 ans et de leurs nombreux échanges sur le rapprochement des disciplines et l'intérêt de coordonner les efforts de prévention.

1) Pour un modèle d'action sanitaire socialement opérant de prévention des TMS

L'effort de recherche a d'abord porté sur la légitimité de la relation entre le travail et les TMS par une approche épidémiologique (Kuorinka et Forcier 1995; Bernard 1997 ; National Research Council 2001), la réalité des mécanismes sous jacents (approches expérimentales physiologiques, biomécaniques, biologiques etc.) (Chaffin et Andersson 1991) ou la formalisation du diagnostic clinique (Meyer et coll. 2002). Ces recherches visaient à travers les apports disciplinaires à construire un modèle de compréhension. Ces travaux s'inscrivaient dans une représentation selon laquelle, munie de ces connaissances segmentaires, la réduction du risque serait efficace car chacun des champs disciplinaires apporterait sa part à la construction de l'action : l'épidémiologiste sur la démonstration des liens entre TMS et travail, le médecin sur le diagnostic, l'expérimentaliste sur les mécanismes et les modèles dose-effet. L'ergonome, par ses interventions en milieu de travail, a apporté de nouvelles connaissances sur la réalité des situations de travail et, tout en développant des moyens de mettre en place des dynamiques locales de prévention dans les entreprises, en ciblait les limites (Caroly et coll. 2008 ; St-Vincent et coll. 2000). Finalement, la somme des connaissances apportées par les disciplines scientifiques n'a pas proposé un tout globalement opérant pour la réduction du risque car le savoir disciplinaire ne détient qu'une partie de la résolution du problème. Enfin, le fardeau de la preuve a consommé beaucoup d'énergie et de ressources pour convaincre le monde des décideurs de la réalité de la responsabilité du travail, compris au sens générique, dans la survenue des TMS ce qui n'a pas été sans impacts sur l'organisation de la recherche.

Parallèlement, le fait que les acteurs scientifiques et sociaux aient construit la prévention des TMS autour d'un invariant, à savoir réduire les expositions aux facteurs de risque par une démarche de prévention dans l'entreprise a renforcé l'approche centrée sur le modèle traditionnel en santé au travail qui distingue trois niveaux d'actions : la prévention primaire, secondaire et tertiaire. Or, cette construction dont les principes sont rapidement rappelés pose problème pour prévenir efficacement les TMS.

La prévention primaire consiste à agir sur les phénomènes à l'origine d'atteintes à la santé (le danger ou l'exposition). Elle s'adresse à toute la population des salariés en

bonne santé et porte sur l'environnement de travail compris au sens le plus large aussi bien physique, organisationnel que social. La prévention secondaire cherche à dépister au plus tôt toute altération pour prévenir une maladie ou un désordre psychologique ou social. Elle concerne notamment les personnes fragilisées (sujets allergiques, par exemple). La prévention tertiaire consiste à donner des soins, à prévenir la rechute et à favoriser la réinsertion des malades.

Pour ce qui concerne les TMS, il n'y a que très rarement d'actions de prévention primaire car *de facto* les actions de prévention répondent à l'observation de cas de salariés déjà malades dans une entreprise. Néanmoins, la prévention s'est inscrite dans ce modèle générique sans que ce constat pourtant évident n'ait conduit à des interrogations. Aussi, organiser la prévention sur ce modèle en privilégiant l'action de prévention primaire alors que l'on intervient toujours après l'observation de cas diagnostiqués est intrinsèquement illogique. De plus, a posteriori, face à l'augmentation des victimes, on peut se demander si cela n'a pas retardé la mise en place d'une prévention des TMS adaptée. Quoiqu'il en soit, ce constat justifie le réexamen de la problématique sanitaire posée par les TMS.

Les TMS sont des maladies dont l'enjeu sanitaire dépasse singulièrement leur dimension diagnostique et curative. Ils concernent des patients, mais le poids des facteurs de risque professionnels conduit à considérer qu'ils sont des maladies consécutives à des formes délétères d'organisation du travail (Bourgeois et coll. 2000). Cette dualité - soigner des patients versus soigner des entreprises - pose la question du lieu de l'action thérapeutique : le patient ou l'entreprise ? C'est une des raisons de la difficulté de les aborder efficacement. D'autant que les mêmes mots ne couvrent pas les mêmes types d'actions et selon que l'on soit ergonomiste ou médecin, la représentation en sera différente. En effet, les ergonomistes et les médecins utilisent souvent un langage commun alors que le sens attribué est différent. C'est une difficulté d'autant plus manifeste que les TMS sont à la fois un effet du travail et une maladie. Les deux dimensions doivent donc être considérées simultanément. De plus, il est maintenant acquis (Gerling et coll. 2002, Gerling et coll. 2003) que si réduire le nombre de malades est un objectif fondamental, et partant, dénombrer les malades un indicateur pertinent, il ne peut être suffisant tant la complexité des situations à l'origine des TMS et la relativité des relations entre les phénomènes concourant à leur survenue sont grandes. En conséquence, les indicateurs de santé ne peuvent suffire à valider l'efficacité d'une démarche de prévention des TMS mais ne pas les prendre en compte est tout aussi illusoire.

Par ailleurs, les TMS sont des maladies aiguës qui peuvent devenir chroniques, conséquence d'un processus physiopathologique qu'il faut représenter comme un continuum qui commence à l'état de bien être physique, mental et social et évolue vers la pathologie chronicisée (figure 1). En outre, bien que de nombreuses recherches aient été menées dans ce sens, aucun signe d'atteinte préclinique n'a pu être mis en évidence et la douleur est à la fois le premier signe et un signe d'atteinte clinique. On ne peut donc que diagnostiquer un TMS et non le dépister. De plus, comme des études l'ont montré (Aublet-Cuvellier et coll. 2005), il n'y a pas de décours temporel univoque d'un TMS et le passage de l'état de bien-être à l'état pathologique est évolutif, où se

succèdent des phases d'amélioration et d'aggravation. Un TMS est multidéterminé et polymorphe quant à la manière dont il va évoluer (figure 1). Si le travail est un facteur de risque déterminant (Bernard et coll. 1997, Roquelaure 2005 ; Melchior et coll. 2006 ; Roquelaure et coll. 2006), d'autres phénomènes tels que l'état général, les traitements médicaux, les congés, les modifications de production ou de process, les facteurs psychosociaux vont peser sur l'évolution clinique selon des modalités mal connues. La chronologie sémiologique et physiopathologique résultera des effets intriqués de ces facteurs. Evidemment, la permanence de l'exposition est une dimension constitutive de ce processus car les salariés occupent souvent des emplois comparables au cours de leur vie professionnelle et l'homogénéisation des situations de travail est forte du point de vue de l'intensification du travail (Kompier 2006, Théry 2006). Force est d'admettre que l'exposition maintenue dans le temps va conduire les salariés vers plusieurs épisodes aigus de TMS et, au fil du temps une fraction non négligeable de ces salariés va se retrouver en situation de chronicisation de leur pathologie. Les conséquences fonctionnelles sont potentiellement dramatiques pour leur qualité de vie ou leur employabilité, notamment pour les pathologies des épaules dont le nombre augmente significativement (Aptel et coll. 2005) et pour la lombalgie. Ainsi, arrivées au terme de ce processus délétère, les victimes de TMS chronicisés posent avec acuité la question de leur maintien dans l'emploi. Ce processus pathogène n'est pas prévisible mais il est suffisamment fréquent pour qu'il soit considéré comme une réalité.

Les TMS sont aussi des maladies de la vie de relation. Elles perturbent nos capacités à interagir avec le milieu. En cela, ce sont des maladies qui soulèvent avec force des questions sociales et leurs coûts indirects sont énormes. Consommation médicale, durées d'absence pour raisons médicales, coût du présentisme chez les victimes, coût d'invalidité, faible employabilité chez des patients qui souvent sont peu diplômés, sur représentation des femmes, baisse de revenu, vieillissement fonctionnel prématuré, désocialisation sont autant d'éléments médico-sociaux constitutifs du phénomène TMS. Par ailleurs, l'état fonctionnel d'une victime d'un TMS chronicisé est complexe à évaluer. Il est instable, concerne aussi bien les dimensions physiques des fonctions sensitivomotrice que neuropsychique. Ce constat a conduit au Québec à des travaux originaux (Loisel et coll. 2001 ; Durand et Loisel, 2001 ; Baril 2002 ; Berthelette et Baril 2002 ; Stock et coll. 2005) qui montrent que la prise en charge des victimes de TMS passe par une double approche coordonnée : thérapeutique globale physique et psychique couplée à des actions ergonomiques sur le milieu de travail (poste de travail, environnement de travail). Il est maintenant démontré que soigner un salarié victime d'un TMS chronique du dos est indissociablement composé de ces deux approches : prise en charge individuelle et intervention ergonomique sur le milieu de travail. En conséquence, remettre au poste de travail une victime d'un TMS chronique est un acte de soin en soi.

Il convient donc de s'inscrire dans une représentation duale des TMS où l'action thérapeutique (terme utilisé aussi bien par les médecins que les ergonomes) doit porter de manière conjuguée sur le patient et l'entreprise. Cette représentation est d'autant plus légitime, que l'intervention sur le milieu de travail dans le cadre du maintien dans l'emploi d'une victime de TMS présente la même spécificité fondamentale par rapport à une intervention en milieu de travail en prévention primaire puisqu'il s'agit d'évaluer les

marges de manœuvre des personnes dans leur milieu de travail pour qu'ils demeurent en santé. L'ergonomie de réadaptation telle qu'on l'appelle au Québec cherche de la même façon à créer des marges de manœuvre (Durand et coll. sous presse). Seul le contexte et les motivations sont différents puisque en prévention primaire, on part d'un milieu de travail où l'on veut préserver du risque les salariés indemnes alors qu'en prévention tertiaire, on part d'un ou de quelques salariés atteints de TMS que l'on veut maintenir dans leur emploi.

Il s'avère donc que l'action sur le milieu de travail est incontournable. C'est un invariant de la prévention des TMS qui s'applique quel que soit l'état de santé du salarié. Malheureusement, comme cela a déjà été rappelé, les exemples de prévention dite primaire des TMS sont rares. En effet, dans les secteurs industriels ou de service à risque, le processus délétère qui conduit à un TMS et encore très souvent présent. Il est donc nécessaire d'agir avant que ne s'installent ces complications irréversibles. Pour anticiper ce processus pathologique, il est nécessaire d'examiner régulièrement les salariés pour dépister et suivre par un examen médical adapté, l'évolution de leur l'état clinique et fonctionnel. Le suivi médical systématique et standardisé des salariés avec des approches cliniques normalisées comme celle proposée par Salsta (Meyer et coll. 2002) constitue un moyen validé. Cette méthode permet de suivre l'état fonctionnel de l'appareil locomoteur du salarié et ainsi d'engager, si nécessaire, des actions de prise en charge appropriées. Chez certains salariés dont la pathologie est chronicisée, il est alors indispensable d'agir sur le patient. Pour autant, c'est d'abord comme salarié que ce patient doit être considéré et il est parfois opportun que l'équipe soignante repense le patient et le considère d'abord comme un travailleur. Ce glissement, qui n'est pas que sémantique pointe l'importance primordiale de l'action en milieu de travail pour soigner un salarié souffrant d'un TMS pérennisé.

On doit alors considérer que la prévention des TMS se construit autour de deux axes indissociables. Le premier, qui concerne le milieu de travail (situation et organisation de travail) est un axe pérenne. Il se fonde sur l'intervention ergonomique, se déroule dans le temps (prend du temps..) et suit une démarche de conduite de projet. Le second, complémentaire, porte sur le salarié, plus son état est aggravé, plus la prise en charge individuelle physique et psychique sera requise. La coordination des deux niveaux d'action est un élément clé de réussite. C'est l'organisation de cette complémentarité qui permet pour le salarié le maintien d'une qualité de vie et son employabilité et pour les préventeurs, une réduction, à terme, du risque et des coûts directs et indirects.

Un corollaire de ce modèle innovant de prévention des TMS implique de rapprocher les acteurs, notamment institutionnels, de ces deux axes complémentaires. Plus les liens seront organisés et opérationnels, plus la prévention sera efficace. En France, le cloisonnement juridique entre les acteurs institutionnels impliqués dans la prévention d'une part et, ceux en charge du maintien dans l'emploi d'autre part, est une explication plausible au défaut de mobilisation des acteurs de l'entreprise. Au contraire, placer le salarié au cœur de la problématique en le situant dans son entreprise, c'est-à-dire, en organisant les missions des institutions de manière décloisonnées dans un continuum opérationnel qui autorise de manière souple toute intervention quel que soit son statut médico-sanitaire, favorisera l'action de prévention car elle sera isomorphe au processus

délétère dont il est victime. Soigner prend alors, dans ce modèle, un sens élargi puisque que c'est par des actions sur l'environnement couplées à des approches sur le reconditionnement fonctionnel que la victime d'un TMS pourra travailler et rester socialisée.

Il convient de noter que le modèle Previcap (Loisel et coll. 2001) ou ses équivalents est aussi une opportunité d'agir globalement sur le milieu de travail, surtout dans les PME, car l'approche au travers du salarié malade est souvent la seule occasion de porter dans les petites entreprises des repères de prévention utiles aux autres salariés encore indemnes.

En résumé, la prévention des TMS doit s'inscrire dans un processus pérenne, **centré sur le salarié au travail et sur l'entreprise** qui repose sur deux axes complémentaires : réduire les contraintes de travail par une démarche ergonomique et maintenir le lien d'emploi tout au long de la vie par une réadaptation fonctionnelle dédiée. Elle est une prévention durable si elle peut s'inscrire dans un processus permanent. Du fait de sa nature, elle dépasse les clivages traditionnels de la prévention primaire, secondaire ou tertiaire. Par ailleurs, ce modèle pourrait réduire le déficit d'action ou de volonté d'action (passer de l'intention à l'action) qui est considéré comme l'une des causes de l'insuccès de la prévention car il la redynamise en lui donnant un sens opérationnel.

2) Un modèle de compréhension solidement étayé

Le risque de TMS est consécutif à une sollicitation biomécanique. Autrement dit, sans sollicitation biomécanique, il n'y a pas de TMS. Cette affirmation est largement validée expérimentalement et sa plausibilité biologique est patente. Cependant, cette formule masque une réalité beaucoup plus complexe qui a pu et peut encore susciter des interrogations. En effet, cette affirmation porte un modèle implicite selon lequel plus on fait des efforts intenses, des gestes répétés ou que l'on maintient dans le temps des postures éloignées des zones de confort angulaires, plus la probabilité d'être atteint d'un TMS est élevée. Bref, on traduit cette phrase par un modèle dose/effet construit d'abord sur la représentation traditionnelle selon laquelle plus la contrainte est élevée au sens physique et/ou commun, plus le risque l'est. Or, on peut être victime d'un TMS en manipulant des objets qui pèsent quelques centaines de grammes ou en utilisant un clavier d'ordinateur. Cette réalité qui va à l'encontre des représentations habituelles du risque a parfois conduit dans le passé à douter du rôle du travail dans la survenue des TMS. Les causes de TMS ne sont pas uniquement liées à l'intensité de la contrainte physique de travail, considérée au sens de la dépense énergétique, et de nouvelles formes d'organisation du travail où l'intensité est moindre ou faible induisent des risques de TMS. Kumar (2001) considère que "suite aux progrès des sciences, des technologies et à l'industrialisation, les contraintes physiques professionnelles ont largement changé. L'appareil locomoteur n'a pas été prévu pour l'usage qui en est fait maintenant. De fait, les efforts musculaires, la répétitivité des actions ou le maintien prolongé de postures sollicitent l'appareil locomoteur de manière tout à fait inadéquate". En effet, certaines contraintes physiques sont moins facilement observables et ont pu être sous estimées : la précision des mouvements, leur vitesse, le maintien statique prolongé d'une posture

située dans les zones dites de confort, l'asymétrie dans les efforts, etc. Par ailleurs, le système musculo-squelettique est en lien avec d'autres systèmes physiologiques qui interagissent avec lui. C'est sur la dimension des mécanismes que va porter l'analyse présentée dans ce chapitre. En effet, donner à comprendre les mécanismes à l'origine des TMS est un impératif aussi bien scientifique que social. Or, les travaux dans ce domaine, notamment ceux conduits par les physiologistes scandinaves permettent de mieux expliquer la responsabilité du travail dans la genèse des TMS. Il est maintenant évident que le modèle "intensité de la contrainte physique → TMS" est partiel et qu'il ne peut en soi expliquer toutes les causes de TMS.

2.1) Un modèle cybernétique simple

La sollicitation biomécanique du membre supérieur a longtemps été représentée par une boucle fermée élémentaire. Ce modèle cybernétique de nature structurellement biomécanique était fondé sur l'hypothèse suivante : une demande externe définie physiquement par la masse de l'objet, ses moments de force par rapport aux chaînons corporels et le nombre de manipulations, représente la contrainte biomécanique. Elle induit une réaction à travers l'activité musculaire focale, laquelle se transmet à un tendon qui par sa réaction, permet de répondre à cette demande externe. Cette hypothèse simplificatrice qui ne prend en compte que le travail focal et laisse de côté les régulations posturales fait implicitement du muscle à la fois l'origine et l'effecteur de la réponse. Elle était suffisante pour comprendre, en première intention les TMS.

Ainsi, selon cette représentation qualifiée par commodité de biomécanique, un TMS résulte de l'application de contraintes biomécaniques soutenues ou répétées sur des périodes plus ou moins longues (de quelques jours à plusieurs années) qui dépassent la capacité du système musculosquelettique. Dans ce modèle cybernétique simple, la réponse de l'organisme est uniquement dépendante de l'intensité de la contrainte externe (physiquement quantifiable) et directement proportionnelle à celle-ci. Elle est physiologiquement quantifiable par des méthodes telles que l'électromyographie (méthodologie indirecte). Un grand nombre d'études biomécaniques sur les TMS s'inscrivent dans ce modèle (Aptel 2007).

Cependant, l'amélioration des connaissances sur les facteurs de risque de TMS a montré que ce modèle restait imparfait pour les expliquer tous.

2.2) Vers un modèle ouvert, labile et complexe

En physiologie du travail, la nécessité d'intégrer le rôle de la commande motrice pour comprendre les contraintes des opérateurs n'a pas souvent été nécessaire. En effet, comme les physiologistes du travail se sont longtemps focalisés sur la fatigue musculaire ou les limites fonctionnelles musculaires dans leurs dimensions énergétiques, point n'était besoin d'élargir le modèle de compréhension, d'autant que les connaissances en neurophysiologie restaient sommaires. De plus, le modèle simple décrit ci-dessus suffisait pour comprendre et agir.

Même si les recherches appliquées sur les effets de vibrations ont posé la question de la régulation neurologique de l'activité motrice, force est de constater que la nécessité de reconsidérer le modèle cybernétique élémentaire a découlé de ses limites à appréhender les phénomènes en jeu dans la sollicitation musculosquelettique en lien avec les TMS (Coutarel et coll. 2000). Il est donc apparu nécessaire de replacer le muscle dans sa situation d'effecteur d'un système complexe et intégré, de nature psycho-cognitivo-sensori-motrice. Les études épidémiologiques ont été à l'origine de cette remise à plat. Ainsi, au début des années 1990, elles ont montré que le stress jouait un rôle dans la survenue des TMS (Bongers et coll. 1993). Mais observer un lien statistique n'était pas suffisant ; encore fallait-il en prouver la plausibilité biologique. Les connaissances apportées par les neurosciences permettent de mieux comprendre le fonctionnement du cerveau et l'organisation spatio-temporelle du mouvement. Ainsi, Dempsey (2006) considère que la dimension temporelle des mécanismes en jeu entraîne une approche différente et une évolution des référentiels.

Le mouvement volontaire traduit l'intention du sujet d'effectuer un acte moteur. Son acquisition se fait par apprentissage qui se construit au fur et à mesure des expériences vécues par l'individu. Il est réalisé sous la dépendance de l'attention. Cependant, une fois acquis et habituel, il est mémorisé et devient automatisé. Alors, le degré de mobilisation de l'attention s'en trouve réduit. L'élaboration d'un mouvement volontaire contrôlé par l'attention passe par les structures corticales, mais, après apprentissage, le contrôle est délégué aux structures sous corticales. Toutefois, chaque niveau d'organisation du Système Nerveux Central (SNC) étant sous la dépendance de ceux des étages supérieurs, la réalisation d'un mouvement volontaire contrôlé par l'attention requiert l'intégrité de l'ensemble du SNC. La compréhension de l'organisation du mouvement volontaire met en évidence les liaisons étroites existantes entre les dimensions sensori-motrices, intentionnelles et affectives. La réalisation d'un mouvement volontaire nécessite quatre opérations successives : l'initialisation, la planification, la programmation et l'exécution (Paillard 1990). Ainsi, au cours de la réalisation de l'acte moteur volontaire, perception et action sont étroitement liées. Les informations sensorielles sont un préalable nécessaire à l'action motrice. Elles permettent d'évaluer le contexte de l'action, de planifier et d'anticiper le mouvement, de l'initialiser en temps opportun, de l'évaluer, de l'ajuster en temps réel au contexte environnemental lequel peut évoluer au cours de l'action, mais aussi de renforcer ou modifier les mémoires notamment affectives.

Une fois acquis, le mouvement volontaire est donc automatisé et résulte d'un programme mémorisé. La mémorisation ne garde que l'organisation générale du mouvement c'est à dire ses aspects invariants spatio-temporels. Son contrôle reste sous la dépendance de l'attention, mais à bas régime. Toutefois, lorsque l'exécution du mouvement volontaire automatisé est perturbée, par exemple en fonction des contraintes externes ou du contexte affectif, les processus attentionnels sont réactivés. Le geste automatisé présente bien des avantages : moindre coût énergétique, reproductibilité de la configuration du geste, faible dépendance vis-à-vis des perturbations issues de l'environnement, contrôle par une attention diffuse. De plus, il délivre le contrôle cérébral de la commande détaillée des gestes. Le mouvement volontaire automatisé sous-tend la plupart de nos gestes de la vie quotidienne et

notamment professionnelle. C'est dans ce cadre qu'il convient de comprendre la construction des gestes de travail.

Pourtant, réduire à la dimension physiologique l'organisation de la commande motrice est impropre tant ses interactions avec d'autres grandes fonctions sont nombreuses, en particulier, avec le stress dont le rôle dans la survenue des TMS est reconnu. Les autres fonctions concernées dans le mouvement sont :

- Le système nerveux végétatif (ortho et parasympathiques)
- Le système endocrine
- Le système immunitaire.

Ces fonctions interagissent constamment entre elles et fonctionnent en réseau pour permettre à l'organisme de conserver son intégrité et son homéostasie et, *in fine* de s'adapter à son environnement. Le modèle de Bruxelles (Johanson et coll. 2003) est une proposition argumentée, fondée sur les données psychophysiologiques les plus récentes, qui intègre ces nouvelles conditions d'exposition et qui est compatible avec les modèles plus anciens. Il prend en compte les dimensions neuromusculaires mais aussi psychosociales en confirmant les liens entre charge biomécanique et stress. Ce modèle s'applique en premier lieu aux douleurs musculaires liées au travail statique de faible intensité maintenu dans le temps qui correspond aux TMS non spécifiques (Meyer et coll. 2002). Ces myalgies concernent principalement les muscles cervico-scapulaires, des muscles de l'avant-bras voire des muscles dorso-vertébraux. Mais les concepteurs du modèle de Bruxelles (Johanson et coll. 2003) considèrent aussi qu'il peut contribuer à comprendre certains mécanismes à l'origine de TMS spécifiques (syndrome du canal carpien, épicondylite etc.).

Le processus physiopathologique décrit dans le modèle considère que le *primus movens* est dans le muscle. Le modèle met l'accent sur une causalité périphérique des problèmes de TMS, donc non liée au système nerveux central, en particulier pour les myalgies. Si les premiers pas du processus délétère se situent dans le muscle, celui-ci reste toutefois un moteur sous dépendance. Les étroites interactions entre les phénomènes initiaux intramusculaires et les conséquences qu'ils induisent vont conduire, de fil en aiguille, à des modifications des processus de régulation homéostatique. Le modèle de Bruxelles est un modèle holistique intégrant l'ensemble des mécanismes connus pouvant conduire à des myalgies liées au travail. Selon les auteurs, trois dimensions caractérisent le modèle : 1) la diversité de nature des facteurs de risque psychosociaux et biomécaniques et partant, des mécanismes physiopathologiques qui les portent, 2) l'interaction étroite de ces mécanismes et de leurs rétrocontrôles qui témoigne de l'absence d'un mécanisme dominant et 3) la dimension chrono-dépendante du modèle qui induit des types différents d'expressions du processus physiopathologique en raison de la multiplicité des voies d'actions en jeu. Il s'agit en fait d'un processus actif qui, à un certain niveau de son développement, peut s'auto entretenir bien que les facteurs déclenchants aient disparu (par exemple, la non exposition aux facteurs de risque). Ainsi, la douleur peut devenir une expression permanente consécutive à des modifications stabilisées des phénomènes physiopathologiques. Les auteurs considèrent que des phénomènes de boucles

vicieuses liées à des changements morphologiques des muscles concernés et/ou à des dysfonctionnements contractiles (microlésions au niveau de la fibre musculaire) et/ou dans leurs régulations neuro-humorales expliquent cette situation. On verrait ainsi s'installer chez la personne des douleurs chroniques.

A cette dimension périphérique du processus, s'ajoute une dimension centrale en lien avec les phénomènes centraux induits par le stress. En effet, le stress entraîne une activation du tonus musculaire par la substance réticulée activatrice, les voies parasympathiques, le système cortico-surrénalien et le système immunitaire qui vont interagir avec les phénomènes locaux décrits ci-dessus (Aptel et coll. 2002, Aptel 2007). Les effecteurs sont communs et les interactions permanentes entre le SNC et les organes périphériques dont l'appareil musculaire.

Ces hypothèses permettent d'entrevoir la complexité des mécanismes en jeu et la responsabilité du stress sur l'acte moteur. Le lien SNC/muscle est donc multimodal et ne passe pas uniquement par la volonté ou les voies réflexes. Il s'ensuit qu'aborder les causes des TMS impose de comprendre la gestion multimodale des fonctions immunitaires, endocriniennes et sensitivomotrices qui interfèrent entre elles en permanence. Les dysfonctionnements de ces systèmes s'expriment dans l'appareil musculosquelettique. Le muscle ne fonctionne donc pas comme un système « on-off ». Son activation et sa régulation sont beaucoup plus complexes.

Deux exemples attestent de l'intérêt du modèle pour comprendre des phénomènes encore inexpliqués. En ce qui concerne l'épidémiologie, le modèle de Bruxelles peut aider à comprendre des situations de labilité temporelle dans l'expression clinique des TMS spécifiques (Aublet-Cuvelier et coll 2006) du fait d'une amélioration de connaissances physiopathologiques qui les déterminent. En effet, la chronicisation des plaintes et des modifications fonctionnelles ne suit pas un décours linéaire mais suit un décours plus complexe, fait d'améliorations de l'état clinique et d'aggravations.

Dans le domaine de la physiologie, ce modèle peut expliquer l'importance de la dispersion des données électromyographiques (EMG) interindividuelles recueillies en entreprise ou au laboratoire pour une même tâche. Si la variabilité des données interindividuelles est de l'ordre de 0,5 pour la répétitivité elle est de l'ordre de 4 pour l'EMG (Pichené 1995). Il est donc notable d'observer que sur des données normalisées, alors que la force maximale des sujets varie peu (l'écart est de l'ordre de 30 % entre les sujets), les écarts entre les EMG interindividuels pour la même tâche soit aussi élevé. Il est envisageable que les mécanismes décrits dans le modèle de Bruxelles en soit la cause ou l'une des causes. Ce modèle permet aussi d'apporter des éléments de réponse face aux difficultés de mesure de la Force Maximale Volontaire (FMV), notamment en terme de reproductibilité. L'intensité et la durée de la contraction musculaire sont déterminées par les motoneurones α et leurs unités motrices. Mais, pour les fibres musculaires rapides mais fatigables de type IIb, il est démontré que le système sympathique via la noradrénaline peut augmenter la force musculaire ou que la même force est obtenue avec des activations moindres des motoneurones α (Johanson 2003). Ce phénomène se retrouve dans les états de stress. En revanche, le système sympathique exerce un effet opposé sur les fibres musculaires lentes de type I où il

diminue l'amplitude et la durée des contractions. L'intensité de la contraction musculaire est donc dépendante d'autres phénomènes que la volonté ou la motivation (dimension consciente). L'état fonctionnel du sujet lors du test d'étalonnage, en particulier son niveau de stress, exerce une influence sur sa performance. Cette hypothèse est d'autant plus fondée que la force du muscle lors du tétanos est supérieure à la FMV ce qui permet d'expliquer les variabilités intraindividuelles observées. Par exemple, on note un écart de 30 % entre le tétanos des adducteurs du pouce et la FMV (Bouisset et coll. 1995). Ceci témoigne de la limite fonctionnelle de la FMA puisque dans une situation particulière, le muscle peut se contracter davantage.

Depuis la mise en évidence par des études épidémiologiques (Bongers et coll. 1993) du rôle du stress dans la survenue des TMS, il est souvent considéré que la cause des TMS est plutôt centrale que périphérique. Cet *a priori* mérite d'être relativisé. En premier lieu parce que les TMS liés au travail sont toujours consécutifs à une activité physique professionnelle. L'analyse ergonomique des situations de travail montre à quel point les facteurs organisationnels et psychosociaux ciblés par les études épidémiologiques (par exemple, la faible latitude décisionnelle ou le manque de support des superviseurs), peuvent être à l'origine des contraintes biomécaniques aux postes de travail et du stress vécu par les travailleurs (Vézina 2001 ; Stock et coll. 2006). Ensuite, parce que le modèle de Bruxelles montre le rôle essentiel des processus inflammatoires locaux et des régulations nerveuses périphériques dans la survenue de ces affections. Pour autant, ainsi que l'indiquent les auteurs du modèle, le SNC par des multiples rétroactions va renforcer les mécanismes périphériques délétères (cf. ci-dessus). En conséquence, lorsque les processus délétères sont en action, la question de l'origine de la pathologie ne se pose plus de la même façon.

2.3) Le mouvement et le geste : de la physique à la psychosociologie du travail

Au fil du progrès des connaissances, on est passé d'un modèle simple où la contrainte entraîne directement la pathologie à un modèle complexe où les régulations et des dysfonctionnements fonctionnels génèrent et chronicisent un trouble. Le rôle central des régulations dans le processus physiopathologique explique aussi les liens entre le stress et les TMS.

Ces processus complexes qui mettent en jeu des schémas moteurs compatibles avec les lois de la physique newtonienne ouvrent aussi des passages vers la dimension culturelle du geste dont le mouvement figure la dimension biologique tel que le décrivent Bourgeois et coll. (2006). Le geste est le témoignage de nos antécédents ou de notre culture. Il est le vecteur des dimensions ethnologiques et sociologiques et se charge de sens, véhiculant des codes et des messages qui forment des langages. L'apprentissage du geste de travail s'inscrit dans ce contexte et le salarié qui agit porte des signes qui doivent aussi être analysés dans cette dimension (Clot et coll. 2005). C'est sous cette amplitude qui oscille entre le biologique et le social que l'on peut réfléchir à un modèle ergonomique de prévention de ce risque professionnel.

3) L'intervention ergonomique en lien avec les questions de santé : un modèle à consolider

La question de la place de l'ergonomie pour résoudre des problèmes de santé au travail est récurrente. « Les difficultés de l'ergonomie dans le domaine de la santé tiennent à la vitesse d'évolution des conditions de travail. Il existe de réels problèmes pour identifier les effets différés, ce d'autant plus qu'il y a une mobilité plus grande des salariés dans leur parcours professionnel. Les limites de l'ergonomie dans le domaine de la santé tournent certainement autour de sa capacité à anticiper sur les phénomènes d'atteinte, dans un contexte de combinaisons de causes qui se diversifient d'autant plus lorsqu'il s'agit de troubles psychopathologiques et qui se nichent à des niveaux différents (poste - organisation et technique - fonctionnement collectif - gestion de l'entreprise...). Si l'ergonomie est appropriée pour identifier des combinaisons de causes, comprendre les stratégies des opérateurs pour protéger ou non leur santé, agir sur certaines causes, elle est en revanche peu appropriée pour évaluer les effets (domaine médical, effets différés), suivre et surtout anticiper causes et effets. Antoine Laville insiste sur le fait que de plus en plus l'ergonomie doit pour agir : - construire des outils d'évaluation des actions, - construire des outils d'anticipation des évolutions du travail, des populations et de la santé (apport de l'ergonomie à la construction d'enquêtes nationales...),- s'introduire dans les projets pour prévenir les risques mais aussi pour maintenir au travail les salariés porteurs d'atteintes à leur santé. » (Maline et coll. 1999).

Ce texte cerne clairement les questions qui se posent à l'ergonome qui doit intervenir pour prévenir un risque de TMS car il est acquis que la prévention des TMS passe par une intervention ergonomique. Pour autant, la notion d'intervention ergonomique reste équivoque car celle sur les TMS n'a pas été comprise et mise en œuvre de façon identique dans les différents pays et la représentation des déterminants des TMS a longtemps fait l'objet de divergence. En effet, les anglo-saxons ont longtemps privilégié une approche ergonomique centrée sur les objets et le poste de travail. Elle s'inscrivait dans une représentation biomécanique du risque alors que beaucoup d'ergonomes francophones privilégiaient une approche organisationnelle. Les recherches récentes dans le champ de l'intervention ergonomique sur les TMS menées par des chercheurs anglo-saxons (Laing et coll. 2007, Dempsey 2007) permettent de montrer que les convergences sont maintenant fortes dans la communauté scientifique et qu'une représentation partagée qui associe les deux niveaux, poste et organisation, dans une succession logique de liens organisés est en voie d'élaboration.

Pour autant, comprendre les fondements de ces divergences (approche centrée sur le poste versus approche centrée sur l'organisation) en tentant de les formaliser est utile à l'élaboration de modèles d'intervention partagée. C'est l'objet de cette section. La figure 2 en décrit les bases.

La recherche en santé est fondée sur la preuve qui peut être définie comme un processus systématique de recherche, d'évaluation et d'utilisation des résultats de la recherche pour prendre des décisions cliniques adéquates. Il est acquis que seule une recherche médicale fondée sur des preuves est légitime (evidence-based medicine) et que le dire d'expert ne peut se légitimer que s'il est rapporté aux données acquises de la

science, lesquelles sont portées par les publications scientifiques. La recherche sur les TMS s'inscrit forcément dans cette logique. Ce cadre est un référentiel qui s'impose à tous.

Dans le cas des TMS, les connaissances sont issues des données épidémiologiques et des possibilités d'investigation métrologique (Armstrong et coll. 1993) ainsi que des interventions ergonomiques centrées sur la compréhension de l'activité de travail telle qu'elle se réalise et qu'elle varie selon les conditions du milieu (Daniellou 1996). Les TMS sont des pathologies multifactorielles à composante professionnelle. Cette problématique n'est pas réductible. La compréhension globale, du micro-biologique au macro-social, des mécanismes et/ou déterminants des TMS et de leurs interactions ne peut donc être accessible par une réduction. Or, la démarche expérimentale qui est par nature réductionniste ne peut aborder qu'une des dimensions de la problématique (les facteurs de risque biomécaniques, par exemple) selon l'expression, toutes choses égales par ailleurs, alors que la réalité des TMS ne se rencontre que sur les lieux de travail, chez des salariés avec leur histoire, leurs tâches, leurs marges de manœuvre. La recherche sur la prévention des TMS suppose donc des hypothèses qui renvoient à la globalité de l'objet scientifique étudié : les TMS et leurs déterminants. Et c'est l'entendement de cet objet dans toutes ses dimensions qui est visé.

Chez les anglo-saxons, un biomécanicien qui s'intéresse au travail fait de l'ergonomie. Ainsi, mettre en œuvre une approche biomécanique au poste de travail, c'est-à-dire réduire à cette dimension la problématique du travail était une représentation courante de l'ergonomie anglo-saxonne. D'où une prééminence des solutions techniques pour prévenir le risque de TMS. En fait, tout se passait comme si la compréhension des TMS ne résultait que d'une confrontation entre les disciplines expérimentales (biomécanique, physiologie, psychologie expérimentale appliquée au travail) et l'épidémiologie. Les unes apportant la plausibilité biologique, l'autre les données sur le bien fondé de la relation TMS-travail. Leur objectif commun était de comprendre et de prévenir le risque selon les exigences de la médecine fondée sur des faits. Cette approche n'exclut pas la recherche exhaustive des déterminants des facteurs de risque de TMS (prise en compte de l'organisation du travail ou des facteurs psychosociaux) mais porte en elle une représentation réductrice du travail car il est abordé non pas en soi mais à travers les réductions compatibles avec les moyens et les pratiques de ces disciplines. Dans la figure 2, les deux flèches arrondies représentent cette situation et c'est finalement une réduction opportuniste du travail que le terme ergonomie porte, selon l'utilisation qu'ont pu en faire ces deux disciplines.

L'hypothèse selon laquelle le travail est un objet en soi et que la compréhension des déterminants des TMS ne peut faire sens que sous cet agencement est propre à la culture francophone (Guérin et coll. 2006). L'ergonomie de l'activité en est le moyen. Cependant, cette représentation pertinente s'est construite avec ses repères, en particulier, la culture du cas (tout est singulier). Le refus de la généralisation et des formalisations et son approche qualitative ont entraîné une forme de marginalité de cette approche qui, *de facto*, ne respecte pas les principes qui prévalent dans la communauté scientifique où la recherche sur les TMS adopte majoritairement une approche quantitative. Plusieurs auteurs (Volkoff 2005 ; Messing et coll. 2005 ; Coutarel

et coll. 2005) ont fait valoir les principes scientifiques à la base de l'approche développée par l'ergonomie de l'activité, largement influencés par son contexte d'intervention, son approche participative et ses objectifs de changement et d'évolution des situations de travail. Ces auteurs ont en même temps montré l'intérêt d'un rapprochement des points de vue scientifiques sur la question. Messing et coll. (2005) expliquent, par ailleurs, l'intérêt des mesures quantitatives dans l'approche qualitative de l'intervention ergonomique.

La figure 2 présente les relations entre les trois approches concourantes à la prévention des TMS. Elle montre que le travail est un objet en soi que seul l'ergonome peut étudier et que le physiologiste ou l'épidémiologiste, dès lors qu'ils étudient le travail réel, doivent s'inscrire dans une coopération-confrontation avec lui. Le spécialiste en science expérimentale apporte son savoir-faire et ses données propres à son champ de compétence disciplinaire qui permettent à l'ergonome d'affiner sa compréhension du travail ou de valider des solutions de prévention. Autrement dit, en tant que science expérimentale, le physiologiste apporte les éléments de plausibilité biologique ou dans le cadre de l'étude ergonomique pilotée par l'ergonome, fournit des informations souvent météorologiques, utiles à la compréhension ou la transformation du travail. Il en va de même pour l'épidémiologiste, dès lors qu'il veut évaluer les actions de transformation. Cette figure rappelle aussi que seule une analyse du travail permet de comprendre et de transformer l'ensemble des causes de TMS.

Cette coopération interdisciplinaire, où le travail est considéré comme un élément irréductible et donc un objet scientifique, est un levier pour produire une compréhension socialement juste des risques professionnels de TMS. Il existe des études construites selon le modèle décrit dans la figure 2 (Montreuil et coll. 1998 ; Roquelaure 1999 ; Richard, P. 2002; Vézina et Stock, 2005 ;Laing et col. 2007), mais elles restent rares. Cette approche permet de faciliter la reconnaissance de la contribution de l'ergonomie de l'activité à la recherche sur les TMS. Elle montre en même temps l'intérêt d'études spécifiques à chaque pôle du triangle afin d'élaborer des connaissances à partager pour une meilleure compréhension du phénomène des TMS. Par exemple, des recherches sont menées afin de mieux décrire et comprendre le processus même de la transformation dans les entreprises par l'intervention ergonomique et trouver des indicateurs (Petit et coll. 2007).

4) Discussion : confronter les 3 modèles pour comprendre et agir efficacement

Face au constat partagé d'une prévalence forte du risque de TMS tout se passe comme si ce risque patent semblait être accepté ou considéré comme une fatalité. Il convient de rechercher des explications structurantes au déficit d'action face au risque de TMS. Daniellou (1998) a présenté un modèle qui trace la voie de l'intervention ergonomique en milieu de travail où il importe de créer une dynamique autour des pôles « pouvoir penser, pouvoir agir et pouvoir débattre ». Baril-Gingras et coll. (2004) ont de leur côté proposé un modèle de l'intervention en santé au travail qui permet d'identifier un ensemble d'indicateurs des contextes, des processus et des changements liés aux interventions de prévention. Dans ce texte, des explications ont d'abord été recherchées

au niveau de la nature même de ce problème prioritaire de santé au travail pour lequel des champs de connaissances issus de différentes disciplines ont été développés sans que l'on recherche une cohésion commune. Cet article vise donc à proposer, à travers trois modèles compatibles et structurés, une compréhension interdisciplinaire et opérationnelle des TMS. En effet, les modèles traditionnels de compréhension et de production de connaissances sur les TMS sont inadéquats à plus d'un titre. Non seulement ils ne permettent pas de réduire la prévalence du risque de TMS, mais ils ne favorisent pas une représentation scientifique ET sociale adéquate et n'apportent pas une cohérence à l'ensemble des recherches et des actions. Il est, à partir de ce constat, fait l'hypothèse que le non engagement des décideurs en est une des conséquences. C'est donc une double remise à plat qui est proposée : présenter une construction scientifique pertinente du problème des TMS et considérer que celle-ci est de nature à mobiliser pour l'action. Il convient aussi de rappeler que cette démarche n'est pas innovante et que des articles récents en partagent les attendus et les fondamentaux (Roquelaure et coll., 2007).

Un des corollaires de cette nouvelle construction est que la recherche sur le travail est une recherche en soi qui est indispensable pour comprendre les déterminants des TMS, mais qu'un rapprochement avec les modèles traditionnels est nécessaire afin d'intégrer cet apport de connaissances à l'ensemble des recherches sur les TMS. En conséquence, le continuum qui part de la connaissance (au labo) pour la transférer, au moyen de publications, vers les préventeurs par application de ces connaissances est de plus en plus remis en cause par les faits. L'émergence de questions complexes comme les TMS ou les facteurs psychosociaux, rend impropre ce modèle car les facteurs de risque ne se réduisent que très mal en laboratoire. On observe donc qu'une place de plus en plus prépondérante est faite aux recherches ergonomiques en entreprise dont le rôle dans la production de connaissances (c'est-à-dire d'autres modalités de charge de la preuve que le modèle expérimental) est de plus en plus requis. Il importe alors de rechercher les moyens de développer une compatibilité et une reconnaissance mutuelle de l'apport des différentes disciplines ayant jusqu'à maintenant contribué à la recherche sur les TMS.

Considéré d'un point de vue macroscopique, le coût économique et social des TMS est sous estimé. Si l'épidémiologie (Bernard et coll. 1997, Roquelaure 2005 ; Melchior et coll. 2006 ; Roquelaure et coll. 2006) a montré combien le travail est un facteur de risque déterminant avec des fractions de risque attribuables élevées, l'évaluation des coûts directs et indirect fait défaut. Il existe pourtant des méthodes qui permettent une amélioration des connaissances dans ce domaine. Ainsi, (Labouze et coll. 2007) rappellent que "différentes méthodes pour l'évaluation de la qualité de la santé sont devenues primordiales lors de la prise de décisions médicales et des analyses coûts/bénéfices des interventions possibles. Le QALY (Quality-Adjusted Life Year – Année de Vie Ajustée par la Qualité) et le DALY (Disability-Adjusted Life Year – Année de Vie Ajustée par l'Infirmité) sont les indicateurs les plus utilisés parmi ces méthodes. Le premier considère autant le nombre d'années de vie que la qualité de vie, alors que le DALY tient compte des incapacités". Des progrès significatifs dans l'évaluation des coûts des TMS sont donc possibles. Ces études seraient des moyens très performants pour améliorer la lisibilité sociale et l'appréhension des enjeux économiques et

financiers liés au TMS. L'évaluation des coûts indirects ne fait pas l'objet d'un consensus parmi les chercheurs. Dans une recension récente sur la gestion des coûts de la SST, Gosselin (2004) estime que les coûts indirects sont "plutôt les pertes subies par l'entreprise à la suite d'un Accident du Travail qui ne sont pas comptabilisés comme tels". Il ajoute que "l'évaluation de ces coûts pose d'énormes problèmes notamment leur mesure est difficile et coûteuse et les méthodes de comptabilisation présente généralement des biais". Gosselin (2004) rapporte le point de vue de Léopold et coll. (1987) selon lesquels les coûts directs sont mesurés en termes financiers alors que les coûts indirects sont, tout d'abord, mesurés en termes de temps de travail puis ensuite convertis en équivalent financier. Aux coûts strictement économiques et sociaux mesurables, il faut ajouter les souffrances humaines et les coûts sociaux masqués consécutifs à la perte d'expérience pour la société liée à la désocialisation et à l'inemploi des victimes et aux frustrations que cette situation génère (exclusion sociale). Cela explique en grande partie la difficulté de les évaluer avec une précision satisfaisante.

Quoi qu'il en soit, cette évaluation serait un atout précieux pour rendre visible les enjeux sanitaires, sociaux et économiques liés à l'épidémie de TMS et un argumentaire mobilisateur pour les décideurs car elle favorisera la prise de conscience de l'ensemble des enjeux sociétaux.

Par ailleurs, la prise en compte intégrale des coûts induits par les TMS plaide en faveur du modèle sanitaire développé dans la première partie de cet article. En effet, le poids de l'environnement est déterminant dans la genèse des TMS et il est admis que la thérapeutique allopathique est insuffisante (Fouquet et coll. i, 2004) et que seule une approche environnementale est susceptible de redonner à ces patients une qualité de vie, une employabilité mais aussi de réduire les coûts invisibles supportés par les individus et la société. En ce qui concerne les TMS, ce constat doit conduire à relativiser la notion de prévention primaire, secondaire et tertiaire car il n'y a plus de raison de les scinder. En outre, le fait que les actions de prévention primaire restent largement insuffisantes voire absente (la prévalence de la lombalgie est d'au moins 40 % dans la population générale) et que la nature des mécanismes qui les portent est spécifique, justifie plus que jamais une mise à plat des référentiels de prévention. Les auteurs du modèle de Bruxelles (Johanson et coll. 2003) considèrent que l'échec de la prévention est tributaire d'un manque de compréhension des mécanismes physiopathologiques à l'origine des TMS. De plus, ils estiment que « jusqu'à ce que une meilleure compréhension de ces mécanismes soit disponible, aucun progrès ne surviendra dans la prévention, le diagnostic, le traitement et la réadaptation des TMS ». Ils considèrent que « un programme de recherches dédiées aux aspects préventifs et cliniques des TMS doit être fondé sur les connaissances physiopathologiques » et que « pour que les recherches appliquées progressent dans la bonne direction, il est absolument nécessaire de les associer avec les recherches fondamentales dans de larges domaines ». Par ailleurs, ils mentionnent que « Symétriquement, les recherches fondamentales doivent être étroitement intégrées aux recherches appliquées. Les recherches doivent ainsi progresser dans différentes directions et conduites à tous les niveaux du système neuromusculaire. »

Cette vision très expérimentaliste des auteurs doit être relativisée car elle peut être perçue comme un réductionnisme biologique d'un problème pourtant plus large. Cependant, ignorer ces connaissances est une attitude tout aussi funeste. Il est donc plus que jamais opportun d'ouvrir les approches unidisciplinaires car la compréhension des phénomènes qui déterminent les TMS se trouve à la croisée des disciplines. En conséquence, pour augmenter la cohérence et l'efficacité des actions, il importe de développer des approches interdisciplinaires et ouvertes à toutes les dimensions de la problématique des TMS.

Par ailleurs, les trois modèles décrits précédemment sont complémentaires à plus d'un titre. Ils permettent de faire un lien entre les processus neurobiologiques qui entraînent les TMS et les fondamentaux d'un modèle général sanitaire. Ainsi, les données expérimentales les plus récentes qui ont conduit à élaborer le modèle de Bruxelles (Johanson et coll. 2003), confirment la pertinence d'une approche holistique de l'humain au travail. Ces connaissances conduisent à mieux comprendre les causalités des actions motrices et le rôle de l'activité de travail dans la survenue de TMS. Le modèle sanitaire proposé est donc largement compatible avec le modèle de Bruxelles. En outre, l'amélioration des connaissances physiopathologiques témoigne de l'intérêt d'une approche globale, sans césure de ces "salariés-patients" où l'action sur le milieu de travail est une condition toujours nécessaire mais parfois insuffisante. Il y a aussi un parallélisme entre les déterminants du travail qui génèrent des TMS et les mécanismes qui entraînent les pathologies. Par exemple, dans de nombreux articles relatifs à la lombalgie chronique, l'expression "cercle vicieux" est souvent employée (Fouquet et coll. ii, 2004) C'est aussi une expression que les ergonomes utilisent pour décrire les situations de travail conduisant aux TMS. Il est donc raisonnable de penser que les cercles vicieux de nature organisationnelle et psychosociale observés par les ergonomes dans les situations de travail peuvent être inducteurs des cercles vicieux biologiques décrits dans le modèle de Bruxelles. D'un point de vue thérapeutique et/ou préventif, ces parallélismes devraient conduire à des avancées significatives, dans la conception de méthodes de reconditionnement en réadaptation fonctionnelle des patients victimes de TMS en s'appuyant dès que possible sur un retour au travail et en posant que le travail est une thérapeutique des TMS à la condition qu'il respecte les critères relatifs à la prévention des TMS (Durand et coll., sous presse).

Les conséquences opérationnelles pour la prévention des TMS de la complémentarité de ces deux modèles sont nombreuses. En premier lieu, ils apportent des arguments solides permettant de convaincre les acteurs sociaux, en particulier les responsables des entreprises, du bien fondé d'entreprendre des actions de prévention des TMS car ces maladies sont liées au travail selon des causes maintenant de mieux en mieux établies. Ils représentent les bases qui doivent aider les ergonomes et les médecins à mieux légitimer leur intervention et à renforcer la synergie de leurs actions.

Le modèle d'intervention ergonomique est le moyen de l'action opérationnelle en entreprise. C'est aussi l'expression opérante de l'approche environnementale. Il s'inscrit historiquement dans les travaux de l'ergonomie francophone et s'en veut le témoin. Il est évidemment intégrable aux deux autres modèles dans la mesure où il est l'expression

de la volonté d'agir et le cadre des modalités d'action sur le milieu de travail. Il est maintenant largement partagé (Mac Donald et coll. 2007).

Enfin, ces modèles sont des briques d'une représentation ordonnée et plastique de la réalité du phénomène TMS. Leur plasticité autorise aussi à les utiliser dans le cadre de la maison commune où l'on retrouve aussi les risques psychosociaux. En effet, les éléments mécanistiques sont partagés et les déterminants communs. Sous cette hypothèse, ils ouvrent des perspectives d'action solides pour prévenir ce risque.

Références

Adams M., Bogduk N., Burton K., Dolan P. (2006). *The Biomechanics of Back Pain*, second edition, Churchill, Livingstone, Elsevier; New York, 336 pages.

Aptel M., Cail F. (2001). Approche biomécanique des affections du tableau 57 des maladies professionnelles Sous la direction de Hérisson C., Fouquet B. Membre supérieur et Maladie Professionnelle, *Collection de pathologie locomotrice et de médecine orthopédique*. Paris : Masson : 53- 61.

Aptel M., Aublet-Cuvelier A., Cnockaert JC. (2002). Work Related Musculo-skeletal disorders of the upper Limbs. *Joint Bone Spine*, vol. 69, 546-555.

Aptel M., Aublet-Cuvelier A. (2005). Prévenir les TMS du membre supérieur : un enjeu social et une obligation économique". *Sante Publique*, 17, 3, 455-469

Aptel M. (2007). De l'épidémiologie à la physiopathologie des TMS : le modèle de Bruxelles un référentiel intégrateur". *Collection pathologie locomotrice et de médecine orthopédique sous la direction de B. Fouquet, G Lasfargues, Y. Roquelaure t C. Hérisson 2007, Masson édition Paris*, 51-62.

Armstrong T. J., Buckle P., Fine L., Hagberg M., Jonsson B., Kilbom A., Kuorinka I., Silverstein B., & Sjoogaard G. (1993). A conceptual model for work-related neck and upper-limb musculoskeletal disorders. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 1993, 19, 73-84.

Aublet-Cuvelier A., Aptel M., Weber H. (2006). The dynamic course of musculoskeletal disorders in an assembly line factory. *International Archive Environmental Health*, 79, p578-84.

Baril R. (2002). Du constat à l'action : 15 ans de recherche en réinsertion professionnelle des travailleurs au Québec, *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé (PISTES)*, vol. 3, no 2.
<http://www.pistes.uqam.ca/v4n2/pdf/v4n2a11.pdf>

Baril-Gingras G., Bellemare M., Brun J.-P. (2004). Intervention externe en santé et en sécurité du travail : un modèle pour comprendre la production de transformations à partir de l'analyse d'interventions d'associations sectorielles paritaires, Montréal, IRSST, Études et recherches / Rapport R-367, 2004, 287 pages.
www.irsst.qc.ca/fr/_publicationirsst_100042.html

Bernard BP. (1997). Musculoskeletal disorders and workplace factors: a critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper

extremity, and low back. DHHS (NIOSH) Cincinnati (OH): United States Department services, 625 pages.

Berthelette D., Baril R. (2002). Les dimensions des interventions organisationnelles de maintien du lien d'emploi des travailleurs victimes de lésions professionnelles. " *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé (PISTES)*, vol. 4, no 2. <http://www.pistes.uqam.ca/v4n2/articles/v4n2a7.htm>

Bongers PM., Winter CR., Kompier MAJ., Hildebrandt VH. (1993). Psychosocial factor at work and musculoskeletal disease. *Scandinavian J. Work Environmental Health*, 19, 297–312.

Bouisset S. Maton B. (1995). *Muscles, posture et mouvement*. Hermann éditeurs, Paris, 735 pages.

Bourgeois, F., Lemarchand, C., Hubault, F., Brun, C., Polin, A., Fauchoux, J.M. (2006). *Troubles musculo-squelettiques et travail – Quand la santé interroge l'organisation*. Éditions de l'ANACT, Paris, 252 p.

Cail F., Aptel M. (1996). "TMS du membre supérieur", guide pour les préventeurs, ED 797, éditeur INRS, 1996, 64 pages.

Caroly S., Coutarel F., Escriva E., Roquelaure Y., Schweitzer J.M. Coordination François Daniellou (2008) La prévention durable des TMS Quels freins ? Quels leviers d'action ? 180 pages. <http://www.anact.fr/portal/pls/portal/docs/1/484333.PDF>

Chaffin, D.B., Andersson, G.B. (1991). *Occupational Biomechanics*. (2nd edition). John Wiley & Sons, New-York, 518 p.

Claudon L., Cnockaert J.C (1994).Biomécanique des tissus mous, modèles biomécaniques d'analyse des contraintes aux postes de travail dans le contexte des TMS. *Documents pour le Médecin du Travail*, 58,.140-148.

Clot Y., Fernandez G. (2005). Analyse psychologique du mouvement : apport à la compréhension des TMS. *@ctivités*, 2 (2), 69-78, <http://www.activites.org/v2n2/fernandez.pdf>

Coutarel F., Daniellou F. Dugué B. (2005). La prévention des troubles musculo-squelettiques : des enjeux épistémologiques. *Activités* (<http://www.activités.org>), 3, 2, 3-19.

Daniellou F. (dir.) (1996). *L'ergonomie en quête de ses principes*, Toulouse : Octarès Editions.

Daniellou F. (1998). Une contribution au nécessaire recensement des “Repères pour affronter les TMS”. Dans *TMS et évolution des conditions de travail*. Coordination Fabrice Bourgeois. Études et documents. ANACT. P.35-46.

Dempsey PG. (2006). Effectiveness of ergonomics interventions to prevent musculoskeletal disorders: beware of what you ask. *International J. of industrial Ergonomics*, 37, 169-173.

Durand M.J., Loisel P. (2001) La transformation de la réadaptation au travail, d'une perspective parcellaire à une perspective systémique. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé (PISTES)*, vol. 3, no 2.

<http://www.pistes.uqam.ca/v3n2/articles/v3n2a5.htm>

Durand M.J., Vézina N., Baril R., Loisel P., Richard M.-C., Ngomo S. (sous presse). Étude exploratoire sur la marge de manoeuvre de travailleurs pendant et après un programme de retour progressif au travail : définition et relation(s) avec le retour à l'emploi. *Collection Études et Recherches – IRSST*, R-xxx, xx pages.

(i) Fouquet B. Borie M.J. Valtat J.M. (2004). Lombalgie, dépression et médecine physique et de réadaptation Dans *Santé mentale, appareil locomoteur et pathologies professionnelles* Sous la direction de et B. Fouquet, G. Lasfargues, Y Roquelaure, C. Hérisson, Masson édition Paris, 170 pages (pages 102-110).

(ii) Fouquet B. Borie M.J. (2004). Lombalgie chronique et santé mentale. *Santé mentale, appareil locomoteur et pathologies professionnelles* Sous la direction de et B. Fouquet, G. Lasfargues, Y Roquelaure, C. Hérisson, Masson édition Paris, 170 pages (pages 111-118).

Gerling A, Aublet-Cuvelier A., Aptel M. (2003). Comparaison de deux systèmes de rotation de postes dans le cadre de la prévention des troubles musculosquelettiques. *PISTES*, déc 2003 Vol 5 (2).

Gerling A., Aublet-Cuvelier A. (2002) Diagnostic ergonomique de risque de TMS dans une entreprise de petit équipement domestique. *Les Notes scientifiques et techniques de l'INRS n°223*, inrs éditeur, Paris, juin 2002, 105p.

Gosselin M. (2004). Analyse des avantages et des coûts de la santé et de la sécurité au travail dans les entreprises, *Études et recherches / Rapport R-375*, Montréal, IRSST, 2004, 68 pages.

Guérin, F., Laville, A., Daniellou, F., Duraffourg, J., Kerguelen, A. (2006). Comprendre le travail pour le transformer (3^e édition). ANACT, Lyon, 318 pages.

Johanson H. Windhorst U. Djupsjöbacka M. Passadore M. eds. (2003). Chronic work-related Myalgia, neuromuscular mechanisms behind work-related chronic muscle pain syndromes. *Gävle University press, Umeå, Sweden*. 309 pages.

Kompier MAJ. (2006). New systems of work organization and workers' health. *Scandinavian J. of Work environmental Health*, (6, special issue), 421-430.

Kumar S. (2001). Theories of Musculoskeletal injury causation. *Ergonomics*; 44:17-47.

Kuorinka I. et Forcier L. (rédacteurs) (1995) *Les lésions attribuables au travail répétitif*. Éditions Multimondes. Ste-Foy, Québec. 510 pages.

Labouze E., Benito P. (2007). Nouvelles applications des méthodes d'évaluation sanitaire des nuisances environnementales – Comment améliorer les méthodes actuelles ? *Bulletin de veille scientifique N°5*, décembre 2007 Afsset éditeur, Paris, pages 36-37.

Laing AC., Cole DC., Theberge N., Wells RP., Kerr MS., Frazer MB. (2007). Effectiveness of a participatory ergonomics intervention in improving communication and psychosocial exposures. *Ergonomics*, 50,7, 1092-1109.

Loisel P., Gosselin L., Durand P., Lemaire J., Poitras S. and L. Abenhaim , (2001). Implementation of a participatory ergonomics program in the rehabilitation of workers suffering from subacute back pain. *Applied Ergonomics*, 32, pp 53-60.

Loisel P., Buchbinder R., Hasard R., Keller R., Scheel I., Webster W. (2005). Prevention of work disability due to musculoskeletal disorders: the challenge of implementing evidence. *J. Of occupational rehabilitation*, 15, 4, 507-524.

Mac Donald L., Härenstam A., Warren N., Punnet L. (2007). Work organization and risk factors for musculoskeletal disorders. *PREMUS*, Sixth international scientific conference on prevention of work related musculoskeletal disorders Boston USA, 27-30 August 2007, 3 pages.

Maline J., Amalberti R., Blazejewski F., Caillard J-F., Hubault F., Laville A., Paries J. conférence transversale SELF CAEN 1999 18 pages.

Meyer J-P., Frings-Dresen M., Buckle P., Delaruelle D., Privet L., Roquelaure Y. (2002). Consensus clinique pour le repérage des formes précoces de TMS. Troubles musculosquelettiques du membre supérieur. *Archives des Maladies Professionnelles*, (63), 32-45.

Melchior M., Roquelaure Y., Evanoff B., Chastang J-F., Ha C., Imbernon E., Goldberg M., Leclerc A., and the Pays de la Loire Study Group (2006). Why are manual workers at high risk of upper limb disorders? The role of physical work factors in a random sample of workers in France (the Pays de la Loire study) *Occupational Environmental Medicine*;63:754–761.

Messing K., Seifert A.M., Vézina N., Balka E., Chatigny C. 2005. Qualitative research using numbers: Analysis developed in France and used to transform work in North

America. *New Solutions: A Journal of Environmental and Occupational Health Policy* 15(3): 245-260.

Montreuil S., Brisson C., Trudel L. 1998. Évaluation des effets d'une formation par l'amélioration des postures adoptées lors du travail avec un ordinateur, *Performances Humaines et Techniques*, no hors série, 27-31.

National Research Council (2001) *Musculoskeletal disorders and the workplace: low back and upper extremities*. Washington DC: National Academy Press.

Paillard J. (1990). Réactif et Prédicatif: deux modes de gestion de la motricité". Sous la direction de Nougier V. et Bianchi JP. *Pratiques sportives et modélisation du geste*. Edition Sc. Grenoble., 13-56.

Petit J., Querelle L., Daniellou F. (2007) Quelles données pour la recherche sur la pratique de l'ergonome ? *Le Travail Humain*.

Pichené A. Quantification des facteurs de risque biomécaniques de syndrome du canal carpien. *Notes Scientifiques et Techniques de l'INRS*, INRS éditeur Paris, 1995, 201 pages

Richard P. (2002) Analyse ergonomique et mesures biomécaniques dans un abattoir de porcs. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, Vol.4 No.1. <http://www.pistes.uqam.ca/v4n1/pdf/v4n1a3.pdf>

Roquelaure, Y. (1999) Les activités avec instruments et préservation de la santé : approche interdisciplinaire. Thèse de doctorat d'Ergonomie. L'École Pratique des Hautes. Etudes Sciences de la Vie et de la Terre. 221 pages.

Roquelaure Y., Ha C., Leclerc A., Touranchet A., Sauteron M., Melchior M., Imbernon E., Goldberg M. (2006). Epidemiologic surveillance of upper-extremity musculoskeletal disorders in the working population. *Arthritis & Rheumatism (Arthritis Care & Research)*, Vol. 55, No. 5, October 15, 2006, pp 765–778.

Roquelaure Y., Ha C., Pélier-Cady M.C., Nicolas G., Klein J., Lonchamp P., et al. Surveillance en population générale du syndrome du canal carpien, *Bulletin d'épidémiologie hebdomadaire*, 2005, 44-45, 221-224.

Roquelaure Y., Ha C., Leclerc A., Fouquet B., d'Escata A., Pellé-Duporté D. Jonchère D.(2007). Ces gestes qui font mal. *Le Concours Médical*, 129, 1319-1334.

Smith M, Carayon P. (1996). Work organization, stress and cumulative disorders Sous la direction de Moon S. et Sauter S. *Beyond biomechanics Psychosocial aspects of musculoskeletal disorders in office work*. Taylor & Francis, New York, 23-42.

Stock S, Baril R, Dion-Hubert C, Lapointe C, Paquette S, Sauvage J, Simoneau S, Vaillancourt C. (2005) *Work related Musculoskeletal Disorders: Guide and Tools for Modified Work*. Montréal, Canada: Direction de la santé publique, ADRLSSSM.

Stock S, Vézina N, Seifert AM, Tissot F, Messing K. (2006). Les troubles musculo-squelettiques au Québec, la détresse psychologique et les conditions de travail : relations complexes dans un monde du travail en mutation. *Santé, Société et Solidarité de l'Observatoire franco-québécois de la santé et de la solidarité*. Vol. 6 (2): 45-58.

St-Vincent M., Toulouse G., Bellemare M. (2000) Démarches d'ergonomie participative pour réduire les risques de troubles musculo-squelettiques : bilan et réflexions. Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé, Vol.2 No.1.
<http://www.pistes.uqam.ca/v2n1/pdf/v2n1a5.pdf>

Théry L. (2006). Le travail intenable. Résister collectivement à l'intensification du travail. *La découverte édition Paris, 252 pages*.

Vézina, N. 2001. La pratique de l'ergonomie face aux TMS : ouverture à l'interdisciplinarité. Comptes-rendus du 36ième Congrès de la Société d'ergonomie de langue française et du 32ième congrès de l'Association canadienne d'ergonomie, Montréal, p. 44-60.

Vézina, N., Stock, S.R. 2005. Collaboration interdisciplinaire dans le cas d'une intervention ergonomique, Dans S. Volkoff : *L'ergonomie et les chiffres de la santé au travail : ressources, tensions et pièges*, Octares, France.

Volkoff S. 2005. *L'ergonomie et les chiffres de la santé au travail : ressources, tensions et pièges*. Toulouse: Octarès.

Westerholm P. (2007). Closing the Swedish national institute for working life. *Occupational and Environmental Medicine*, 64, 787-788.

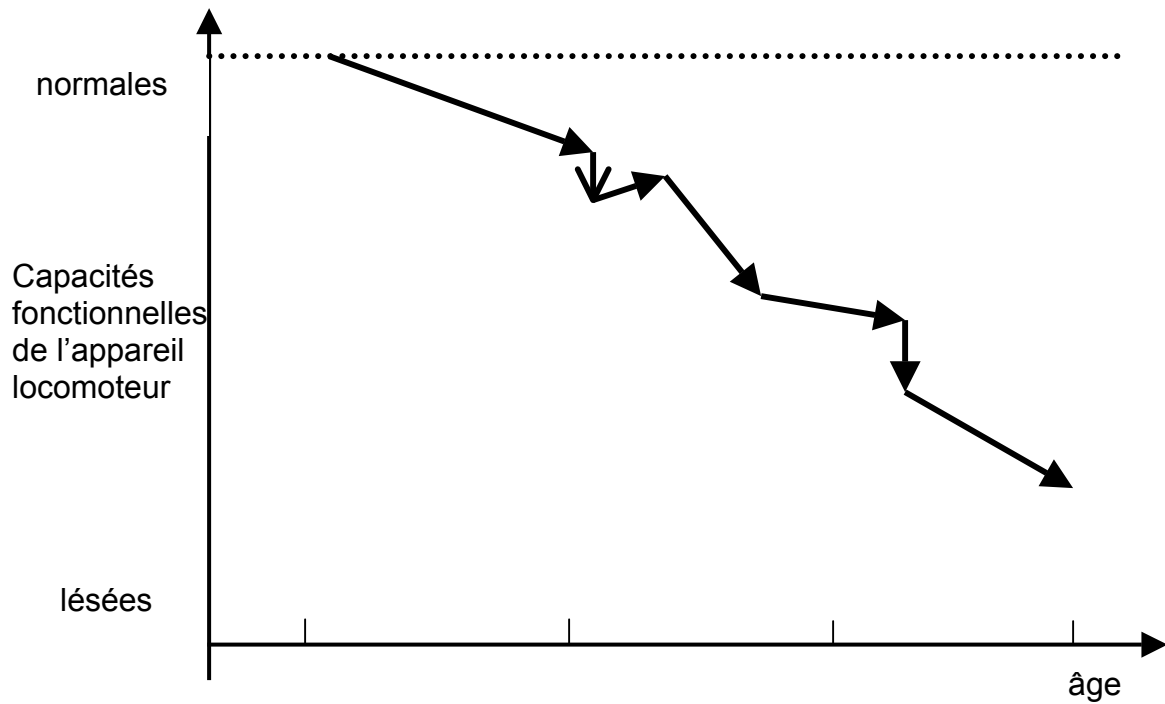


Figure 1 : Décours temporel d'un TMS

Légende : la ligne brisée symbolise, sans les différentier, les effets conjugués du travail et de l'âge sur les capacités fonctionnelles de l'appareil locomoteur du salarié. La figure est volontairement sans repères quantitatifs tant les connaissances font défauts pour les représenter.

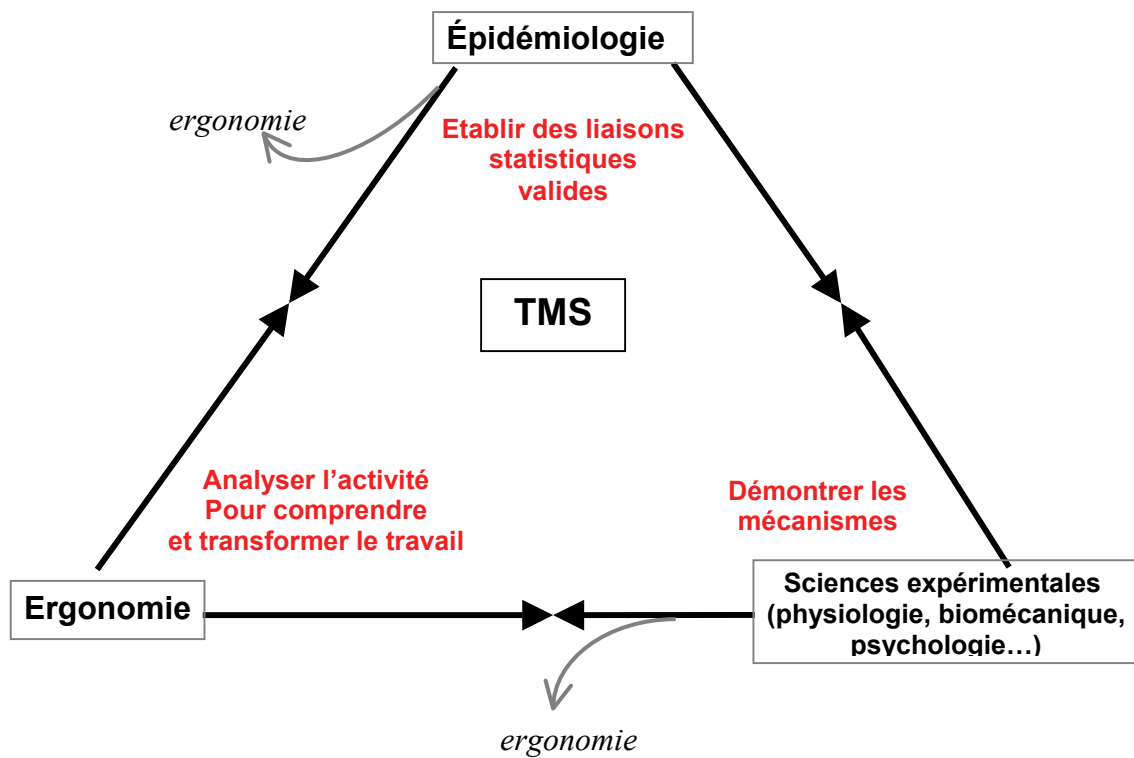


Figure 2 : Interactions disciplinaires et prévention des TMS
(voir commentaires dans le texte)