

## Mesurer l'impact du travail sur la santé : du longitudinal, oui, mais lequel ?

*The measurement of the impact of work on health: we need longitudinal studies, but which ones?*

*Medir el impacto del trabajo sobre la salud : estudios longitudinales, si, pero cuáles ?*

**Thomas Coutrot et Loup Wolff**

---



### Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/pistes/2211>

DOI : 10.4000/pistes.2211

ISSN : 1481-9384

### Éditeur

Les Amis de PISTES

### Édition imprimée

Date de publication : 1 novembre 2008

### Référence électronique

Thomas Coutrot et Loup Wolff, « Mesurer l'impact du travail sur la santé : du longitudinal, oui, mais lequel ? », *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé* [En ligne], 10-2 | 2008, mis en ligne le 01 novembre 2008, consulté le 19 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/pistes/2211> ; DOI : 10.4000/pistes.2211

---

Ce document a été généré automatiquement le 19 avril 2019.



*Pistes* est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

---

# Mesurer l'impact du travail sur la santé : du longitudinal, oui, mais lequel ?

*The measurement of the impact of work on health: we need longitudinal studies, but which ones?*

*Medir el impacto del trabajo sobre la salud : estudios longitudinales, si, pero cuáles ?*

**Thomas Coutrot et Loup Wolff**

---

- 1 Pour pouvoir évaluer les liens entre expositions professionnelles et santé des salariés, les épidémiologistes ont besoin de disposer d'un outil d'observation adapté : une enquête longitudinale de préférence, ou, à défaut, en coupe instantanée (cross-section) avec une interrogation rétrospective sur les expositions aux facteurs de risque (Goldberg, 2003). Dans les deux cas, il faut avoir des informations sur le mode de vie des salariés (facteurs de risque personnels) et sur leur historique médical, qui peuvent constituer des « facteurs de confusion » susceptibles d'introduire des biais dans la mesure des liens entre expositions professionnelles et santé s'ils ne sont pas contrôlés.
- 2 Mais que peut-on faire lorsque les données dont on dispose ne remplissent pas toutes ces conditions ? De quelle ampleur sont les biais qu'implique l'utilisation d'une enquête en coupe instantanée, où on ne connaît ni les expositions passées, ni les facteurs de risque personnels ? Et lorsque les données remplissent toutes les conditions nécessaires, y compris la dimension longitudinale, comment spécifier le modèle : faut-il expliquer l'évolution de la santé par les conditions de travail à la date initiale, ou bien plutôt par l'évolution des conditions de travail entre les deux dates d'observation ?

## 1. Méthodologie

- 3 L'article se propose de comparer les performances respectives d'une série de modèles statistiques liant les caractéristiques de travail et la santé, en coupe transversale et longitudinales, sur la même base de données, l'enquête ESTEV « Travail, Vieillesse, Santé » (voir encadré), réalisée en 1990 et 1995 auprès d'environ 20 000 salariés par près de 1000 médecins du travail. Chacune des familles de modèles est appliquée à 29 variables décrivant l'état de santé, dont on cherche à expliquer la prévalence ou l'incidence : 16 pathologies diagnostiquées par les médecins, 12 infra-pathologies évoquées par les salariés, et la mauvaise santé auto-évaluée par les salariés.<sup>1</sup> Les modèles incluent tous des variables socio-professionnelles de contrôle (âge, sexe, PCS, secteur d'activité).

### Encadré 1. Les données utilisées : l'enquête ESTEV

L'enquête ESTEV a été initiée en 1990 par 400 médecins volontaires à l'occasion des visites annuelles en médecine du travail (Derriennic, Touranchet, Volkoff, 1996). L'échantillon de départ était constitué de 21 378 salariés des deux sexes et de quatre années d'âge (nés en 1938, 1943, 1948 et 1953), tirés au sort pour l'enquête, issus de sept régions. En 1995, une seconde interrogation a touché 18 695 salariés, soit plus de 87 % de la population de départ, revus par près de 1 000 médecins.

La méthodologie originale d'ESTEV relativement aux autres enquêtes sur les conditions de travail ou la santé au travail (Bué, Coutrot, Puech, 2005) en fait une base de données d'une très grande richesse aussi bien dans le champ de la santé (grâce à la visite médicale) que dans celui du travail (par un auto-questionnaire), permettant un contrôle rigoureux des effets de la variable âge, et dotée d'une dimension longitudinale.

Le questionnaire comprend des informations sur les expositions actuelles et passées (avec des durées d'exposition) aux principaux risques (horaires atypiques, risques physiques, chimiques et organisationnels) ; sur les caractéristiques personnelles (vie familiale, activités hors travail comme le sport ou le bricolage et facteurs de risque personnels comme la consommation d'alcool et de tabac) ; sur la santé (« infra-pathologies » signalées par les salariés et pathologies diagnostiquées par les médecins).

Le champ de l'étude est l'ensemble des individus interrogés en 1990 et 1995, salariés en 1990 et en 1995, soit 16 950 individus (un peu plus de 79 % de la population initiale). Cette attrition implique une réduction de la taille de l'échantillon et surtout une déformation de sa structure. On a remarqué que les individus écartés de l'étude présentaient en 1990 des conditions de travail plus difficiles et une santé moins bonne que les autres. Ce biais de sélection peut affecter l'analyse de l'impact des conditions de travail sur la santé ; en effet les individus au départ les plus fragilisés (et qui sont donc a priori les plus susceptibles de réagir négativement à une dégradation de leurs conditions de travail) ont moins de chance d'être étudiés. Mais ce biais va dans le sens d'une sous-estimation des effets : on pourra donc considérer

les résultats ici présentés comme des évaluations conservatrices des liens entre travail et santé. Pour plus de détails méthodologiques, voir (Coutrot, Wolff, 2005).

- 4 Les cinq familles de modèles dont on va comparer les performances sont les suivants :
- Les modèles statiques simples (ou naïfs) expliquent la prévalence d'une pathologie ou infra-pathologie donnée en 1995 en fonction uniquement des expositions de 1995 et des variables socio- professionnelles caractéristiques des salariés.
  - Les modèles statiques complets ajoutent aux variables explicatives précédentes celles qui décrivent l'ensemble des caractéristiques personnelles (situation familiale) et comportements potentiellement à risque (tabac, alcool, sport, bricolage) disponibles dans ESTEV, ainsi que l'ensemble des pathologies antérieures et actuelles diagnostiquées par le médecin au moment de l'enquête (à l'exception bien sûr de la pathologie à expliquer)
  - Les modèles statiques rétrospectifs prennent en compte l'information fournie en 1995 sur les expositions actuelles ou passées et sur leur durée.
  - Les modèles longitudinaux en niveau, pour lesquels on mobilisera aussi les données de 1990, expliquent l'incidence d'une pathologie entre 1990 et 1995 par le niveau des expositions en 1990. C'est ce type de modèle qui est le plus classiquement utilisé en épidémiologie, on peut aussi le qualifier de modèle « standard » (cf. par exemple Derriennic, Monfort, Cassou, Touranchet [2001]).
  - Les modèles longitudinaux en variations modélisent l'incidence d'une pathologie entre 1990 et 1995 en fonction des caractéristiques personnelles (en 1995) et de la variation des expositions entre 1990 et 1995. Ce type de modèle est plus rarement utilisé (voir toutefois pour l'enquête STED : Ministère de l'emploi et de la solidarité[2001], Bertin, Derriennic, [2001] ou Vézina, Derriennic, Monfort [2001]).
- 5 L'ambition de cet article est purement statistique : nous ne cherchons pas à analyser la pertinence des modèles d'un point de vue épidémiologique (c'est-à-dire à juger de la vraisemblance médicale des liaisons statistiques analysées), mais à comparer leurs performances à l'aide de critères statistiques.. L'idée générale qui fonde notre démarche est la suivante : un modèle est d'autant plus performant qu'il permet de mettre en évidence un nombre plus important de liaisons significatives entre la variable expliquée (la santé, c'est-à-dire ici les pathologies et infra-pathologies) et les variables explicatives (les expositions professionnelles), dont la littérature épidémiologique a identifié les effets potentiels. Le critère de base est donc le nombre d'odds ratios significatif au seuil de 5 % dans chaque famille de modèles. Nous allons procéder à cinq comparaisons entre deux familles de modèles : on comparera d'abord les modèles naïfs aux modèles statiques complets, puis aux modèles rétrospectifs. Nous comparerons ensuite les modèles longitudinaux en variations aux modèles naïfs, avant de tenter une comparaison globale et simultanée de l'ensemble des familles de modèles. Pour chacune de ces comparaisons, le critère de base (nombre d'odds ratios significatifs) nécessitera pour devenir opérationnel l'adoption d'une « convention de comparabilité », qui dépendra à chaque fois de la structure respective des familles de modèles comparées.

## 2. Comparaison entre les modèles statiques

- 6 La comparaison systématique des estimations fournies successivement par les trois types de modèles statiques proposés (modèles naïf, statique complet et statique rétrospectif)

révèle la faiblesse du biais induit par l'omission des facteurs liés à la vie personnelle et aux antécédents médicaux.

## 2.1 L'approche naïve fait apparaître de nombreux effets significatifs

- 7 Les modèles statiques naïfs comptent de 3 à 21 liaisons significatives entre expositions et santé, avec une moyenne de 9 odds ratios significatifs par modèle. Parmi les pathologies diagnostiquées, celles du système ostéo-articulaire et musculaire, dont les troubles musculo-squelettiques (fréquence 27 %), obtiennent le nombre le plus élevé d'odds ratios significatifs (12) pour les variables décrivant les expositions professionnelles actuelles ; les troubles mentaux (fréquence 6 %) comptent 11 odds ratios significatifs. En revanche des pathologies relativement plus rares - telles que les maladies cutanées (4,1 % des salariés), les cancers (1,4 %) ou les maladies du système nerveux (3,2 %) - ne comptent chacune que 3 expositions dotées d'odds ratios significatifs.
- 8 Les infra-pathologies déclarées ont un lien beaucoup plus net encore avec les expositions actuelles. On obtient 12 odds ratios (tous fortement) significatifs dans l'équation expliquant le fait de se sentir en mauvaise santé par les expositions à des risques (non compris bien entendu les variables de contrôle). La nervosité (21 odds ratios significatifs), les troubles du sommeil (14), les soucis (14), la fatigue (13), la prise de somnifères (12), les différentes douleurs péri-articulaires (de 8 à 14 odds ratios significatifs), toutes ces infra-pathologies sont fortement corrélées aux déclarations sur les expositions.

## 2.2 Les modèles statiques complets ne démentent pas l'approche naïve

- 9 Le passage aux modèles statiques complets (en contrôlant l'effet des caractéristiques personnelles, des comportements à risque ainsi que des autres pathologies et infra-pathologies des salariés) induit très peu de changements dans les résultats. Près de 80 % des expositions qui avaient un effet significatif sur la santé dans les modèles naïfs conservent un effet significatif dans les modèles statiques complets (tableau 1). Les odds ratios qui perdent leur significativité sont ceux dont la probabilité de différer de l'unité était proche du seuil de 5 %, et qui passent au dessus de ce seuil dans les modèles statiques complets.

Tableau 1. Comparaison du nombre d'expositions actuelles ayant un effet significatif dans un modèle (en ligne) par rapport à un modèle de référence (colonne)

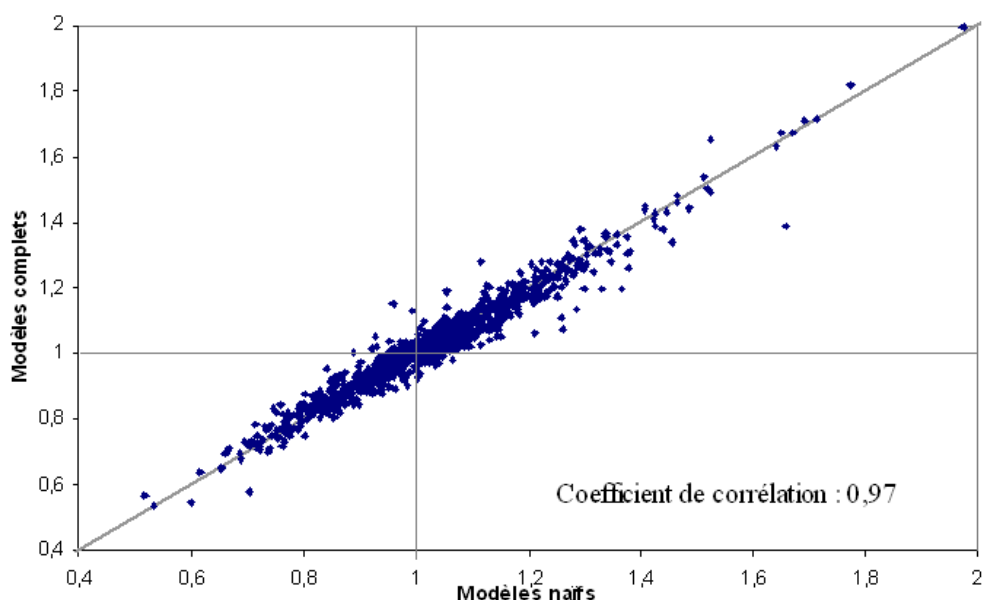
	Nombre de coefficients significatifs dans les modèles...			Part de coefficients significatifs dans les modèles...		
	Naïfs	Complets	Rétrospectifs	Naïfs	Complets	Rétrospectifs
Naïfs	<b>269</b>	215	215	100 %	80 %	80 %
Complets		<b>234</b>	212	92 %	100 %	91 %
Rétrospectifs			<b>295</b>	73 %	72 %	100 %

Source : ESTEV 1995

92 % des effets significatifs dans les modèles complets sont significatifs dans les modèles naïfs - soit : parmi les 234 effets significatifs dans les modèles complets, on en compte 215 qui sont aussi significatifs dans les modèles naïfs.

- 10 Réciproquement, presque tous (i.e. 92 %) les effets significatifs concernant les expositions professionnelles dans les modèles complets restent significatifs dans les modèles naïfs. La convention de comparabilité de ces deux familles de modèles est ici simplement la mesure comparée du nombre d'odds ratios significatifs à 5 %. Un nombre quasi-équivalent d'effets est donc révélé par les modèles naïfs et les modèles complets, avec une légère tendance des premiers à surestimer les effets (269 coefficients significatifs pour le premier type de modèles, contre 234 pour le deuxième), bien que les valeurs des odds ratios dans les deux modélisations soient très proches (figure 1).

Figure 1. Les expositions dans les modèles naïfs et complets



- 11 Les sphères professionnelle et personnelle semblent donc jouer de façon suffisamment indépendantes sur l'état de santé des personnes pour que l'omission des caractéristiques personnelles et des comportements à risque ne biaise pas fortement la mesure des liens

entre les expositions professionnelles et l'état de santé des salariés. De fait, des modèles complets aux modèles naïfs, les valeurs prises par les coefficients significatifs ne varient que très peu : la plupart des odds ratios significatifs dans les modèles naïfs voient leur valeur se rapprocher légèrement de 1 dans le modèle statique complet correspondant, tout en demeurant significativement différents de l'unité.

- 12 L'omission des variables liées à la vie personnelle des enquêtés amène ainsi à surestimer légèrement l'impact des conditions de travail actuelles sur la santé, mais sans pour autant en fausser l'interprétation.

### 2.3 L'approche rétrospective est plus performante que l'approche naïve mais ne l'infirmes pas

- 13 L'enquête ESTEV permet de mettre en œuvre des modèles rétrospectifs par l'introduction de variables décrivant l'historique des expositions passées (c'est-à-dire le fait d'être ou d'avoir été exposé à certains des risques identifiés, ainsi que la durée éventuelle d'exposition). Pour les risques physiques et les horaires atypiques (mais pas pour les risques organisationnels), le questionnaire ESTEV inclut une interrogation double sur l'actualité d'une part et la durée d'autre part de l'exposition. On peut donc décomposer l'exposition éventuelle à un risque en quatre composantes :

- Une exposition actuelle courte (i.e. exposition au moment de l'enquête depuis moins de 10 ans)
- Une exposition actuelle longue (i.e. au moment de l'enquête depuis plus de 10 ans)
- Une exposition passée courte (i.e. antérieurement à l'enquête et pendant moins de 10 ans)
- Une exposition passée longue (i.e. antérieurement à l'enquête et pendant plus de 10 ans)

- 14 Ainsi au lieu d'un seul odd ratio par exposition (comme précédemment dans les modèles naïfs et complets), quatre odd ratios sont désormais calculés pour les expositions qui le permettent. Dans la mesure où les déclarations des enquêtés sont fiables (ce qui n'est pas entièrement le cas, Molinié et Laville, 2000 ; Molinié, 2003), ces modèles permettent de prendre en compte l'impact des antécédents professionnels des enquêtés.

- 15 Les effets des contraintes organisationnelles, pour lesquelles le questionnaire ESTEV ne prévoit pas d'interrogation rétrospective, restent très proches de ceux mis en évidence par les modèles naïfs (Coutrot et Wolff, 2005). Pour les autres expositions on estime quatre coefficients, ce qui complique la comparaison avec les modèles naïfs. Si l'on commence par examiner l'effet des expositions actuelles (courte ou longue), en retenant comme critère la significativité au seuil de 5 % d'au moins un de ces deux coefficients, les modèles rétrospectifs font apparaître plus d'effets significatifs que les modèles naïfs et statiques complets. Mais les modèles naïfs n'apparaissent pas massivement infirmés. Dans un cas sur cinq, un effet significatif dans les modèles naïfs ne l'est plus dans les modèles rétrospectifs (tableau 2), ce qui signifie a contrario que 80 % des effets constatés dans l'approche naïve sont confirmés par l'approche rétrospective.

Tableau 2. L'impact des expositions<sup>2</sup> sur la santé dans les modèles rétrospectifs

	<b>Nombre d'apparition en tant que facteur de :</b>
--	---

	Usure	Prévention	Sélection ex ante	Sélection ex post
<b>Expositions plutôt du type « usure »</b>				
Bruit	11			
Chaleur	4	1		
Efforts sur machines	8	1		1
Port de charges lourdes	6	2		
Posture pénible	17	3		
Poussières	8	1		
Rémunération au rendement	5	2		
Sem. de + de 48h	6	1		
Travail répétitif sous contrainte de temps	10	3		
<b>Expositions difficilement classables</b>				
Agents infectieux	7	6		
Déplacements à pied fréquents ou rapides	6	5		
En alternance		3	1	
Froid	3	4		
Horaires tardifs	3	4		
Intempéries	2	3		
Produits chimiques	3	2		1
Rémunération à l'objectif	6	5	1	
Vibrations	5	4		
<b>Total</b>	110	50	2	2
	67,1 %	30,5 %	1,2 %	1,2 %

Source : ESTEV 1995

Dans les 29 modèles mis en œuvre, la « posture pénible » apparaît 17 fois comme facteur d'usure et 3 fois comme facteur de prévention.



- 16 L'examen des résultats donnés par les modèles rétrospectifs permet de distinguer quatre types d'effets des expositions actuelles sur la santé (tableau 2), qu'on a choisi de baptiser de noms imagés (« prévention », « usure », « sélection ») pour faciliter la lecture mais sans prétendre identifier des mécanismes étiologiques précis :
- les effets dits de « prévention » sont ceux pour lesquels les odds ratios significatifs correspondant aux expositions actuelles courte et longue sont inférieurs à l'unité (i.e. les deux odds ratios sont significatifs et inférieurs à 1, ou bien seul l'un des deux l'est et l'autre est non-significatif au seuil de 5 %) ; on parle de « prévention » car l'exposition semble protéger contre la pathologie, à court et/ou à moyen terme.
  - les effets dits « d'usure » sont ceux pour lesquels les odds ratios significatifs sont supérieurs à l'unité : l'exposition semble dégrader la santé, à court et/ou à moyen terme.
  - les effets dits de « sélection ex-ante » sont ceux pour lesquels l'odds ratio de l'exposition actuelle courte est (significativement) inférieur à l'unité et celui de l'exposition actuelle longue est (significativement) supérieur à l'unité : autrement dit, les salariés soumis depuis peu à l'exposition sont en meilleure santé que les autres, mais ceux qui la subissent depuis plus longtemps ont une santé dégradée ; cette situation pourrait refléter une sélection sur la santé des candidats qui s'opère à l'« entrée » des postes de travail, au moment du recrutement.
  - les effets dits « de sélection ex-post » sont ceux pour lesquels on observe la configuration inverse : l'interprétation étiologique en serait que les salariés nouvellement exposés subissent rapidement les effets néfastes de l'exposition, les salariés qui réussissent à maîtriser ces effets restent durablement à ces postes.
- 17 Sur les 522 liaisons exposition-santé analysées (18 expositions pour 29 (infra-) pathologies), on n'identifie en réalité que quatre cas d'effet de « sélection ». Pour deux-tiers des cas, les odd ratios significatifs renvoient à des effets « usure », mais dans un tiers des cas les coefficients évoquent des effets non univoques, « d'usure » pour certaines (infra)pathologies et de « prévention » pour d'autres. (Rappelons que nous ne cherchons pas ici à évaluer la pertinence épidémiologique des liens identifiés, mais leurs qualités statistiques).
- 18 Pour comparer les performances des approches naïve et rétrospective, on retiendra la convention suivante : un coefficient estimé significatif dans un modèle naïf est cohérent avec l'approche rétrospective quand son signe (par rapport à l'unité) correspond au signe du coefficient (significatif) de la même exposition dans le modèle rétrospectif, qu'il est incohérent s'il ne correspond pas<sup>3</sup> et qu'il est compatible sinon. Moyennant cette convention de comparabilité, les deux approches apparaissent assez cohérentes (tableau 3) : la plupart des effets estimés significatifs par les modèles naïfs le demeurent dans les modèles rétrospectifs (sur les 113 coefficients significatifs dans les modèles naïfs, seuls 21 correspondent à des effets non significatifs dans les modèles rétrospectifs), et aucune incohérence n'apparaît entre les deux approches.

Tableau 3. Cohérence des modèles naïfs et rétrospectifs

	Modèles rétrospectifs				Total
	Significatifs			Non significatifs	
	Usure	Prévention	Sélection		

Modèles naïfs	Significatifs	Cohérents	68	23			91
		Incohérents					0
	Compatibles		1		21	22	
	Non significatifs		42	26	4	337	409
<b>Total</b>			110	50	4	358	522

Source : ESTEV 1995

Ce tableau ne porte que sur les 18 expositions pour lesquelles le questionnaire ESTEV de 1995 prévoit une interrogation rétrospective : 18 expositions pour 29 (infra-)pathologies, soit 522 effets dans les modèles naïfs comme dans les modèles rétrospectifs.

Parmi les 113 coefficients significatifs que comptent les modèles naïfs, 91 sont cohérents avec les modèles rétrospectifs (68 sont des effets d'usure, les 23 autres de prévention) et les 22 autres sont compatibles. Aucun d'entre eux ne fait apparaître d'incohérence.

- 19 À l'inverse, beaucoup d'effets jugés significatifs dans les modèles rétrospectifs ne l'étaient pas dans les modèles naïfs. C'est plutôt le cas des effets dits de « prévention », dont certains semblent difficiles à interpréter d'un point de vue épidémiologique. Les modèles naïfs pourraient peut-être apparaître plus robustes que les modèles rétrospectifs, si l'on se livrait à une analyse épidémiologique systématique des liaisons identifiées.
- 20 Au total la grande majorité (plus de 8 sur 10) des liens significatifs dans les modèles naïfs le demeurent dans les modèles rétrospectifs, ce qui conforte l'idée de la pertinence des relations révélées par les modèles naïfs : ces résultats ne sont pas infirmés par des approches plus rigoureuses. En revanche les modèles rétrospectifs apparaissent clairement plus performants au plan statistique, car près du tiers des liaisons significatives qu'ils permettent d'identifier n'apparaissent pas dans les modèles naïfs.
- 21 On peut procéder de même pour examiner les effets des expositions passées sur la santé<sup>4</sup> (tableau 4). Les expositions passées ont moins souvent des effets significatifs que les expositions actuelles, mais les effets existants vont le plus souvent dans le même sens. Près de la moitié des expositions ayant des effets d'usure quand elles sont encore présentes, voient cet effet confirmé quand on examine les expositions passées. De plus, 75 odd ratios non significatifs en ce qui concerne les expositions actuelles le deviennent quand on prend en compte les expositions passées : la dimension rétrospective permet bien d'enrichir notablement l'analyse.

Tableau 4. Comparaison des effets des expositions actuelles et passées sur la santé dans les modèles rétrospectifs

		Expositions actuelles					Total
		Usure	Prévention	Sélection ex-ante	Sélection ex-post	Non significatifs	
Expositions passées	Usure	47	2		1	48	98
	Prévention	2	4			26	32

	Sélection ex-ante		1			1	2
	Sélection ex-post		1				1
	Non significatifs	61	42	2	1	283	389
<b>Total</b>		110	50	2	2	358	522

Source : ESTEV 1995

Ce tableau ne porte que sur les 18 expositions pour lesquelles le questionnaire ESTEV de 1995 prévoit une interrogation rétrospective : 18 expositions pour 29 (infra-) pathologies, soit 522 expositions. Parmi les 110 effets d'usure qui ont été identifiés parmi les expositions actuelles, 47 sont aussi des effets d'usure quand on considère les expositions passées, 2 sont des effets de prévention et 61 n'apparaissent pas comme des effets significatifs.

### 3. Prise en compte de la dimension longitudinale

- 22 Grâce à la double interrogation en 1990 et 1995, les modèles longitudinaux permettent de modéliser non plus la prévalence mais l'incidence des (infra)pathologies, à un horizon de cinq ans, et de mettre en évidence de façon théoriquement plus précise les liens de causalité entre expositions et santé. La prise en compte des effets temporels n'est désormais plus limitée aux seules expositions pour lesquelles on dispose d'une information purement rétrospective.
- 23 Deux approches longitudinales sont possibles a priori : modéliser l'incidence d'une (infra-) pathologie en 1995 en fonction des caractéristiques individuelles et professionnelles en 1990 (modèles longitudinaux en niveau), ou bien en fonction de l'évolution des expositions entre 1990 et 1995 (modèles longitudinaux en variations).

#### 3.1 Du longitudinal : oui, mais lequel ?

- 24 Le modèle longitudinal en niveau est robuste dans le sens suivant : si une corrélation systématique existe entre l'exposition en 1990 et l'apparition de la pathologie entre 1990 et 1995, il n'y a guère de risque de se tromper en concluant à une relation de causalité. En revanche il est biaisé, car il sous-estime structurellement l'importance des relations. Pire encore, il peut amener à des contresens.
- 25 Considérons l'hypothèse (évidemment limite) où une pathologie est intrinsèquement associée à une exposition mais complètement réversible. Par exemple, dès que le sujet arrive sur un poste de travail exposé à de fortes contraintes temporelles, il a des insomnies ; dès qu'il le quitte, il retrouve un sommeil normal. Supposons d'autre part que la moitié des salariés cessent d'être exposés entre 1990 et 1995, et l'autre moitié commence à l'être : autrement dit, s'opère un chassé-croisé complet entre exposés et non exposés. Avec l'hypothèse évoquée, les exposés en 1995 dormaient bien en 1990, et les exposés en 1990 dorment bien en 1995. Ceux qui deviennent insomniaques entre les deux dates sont ceux qui n'étaient pas exposés en 1990 et qui le sont devenus en 1995.

- 26 Le modèle longitudinal en niveau (ou « standard ») va exhiber une corrélation parfaite entre l'incidence de l'insomnie et l'absence d'exposition en 1990 : autrement dit l'absence de contraintes temporelles semble provoquer les insomnies. Il s'agira évidemment d'un parfait artefact statistique et d'un non-sens épidémiologique. Le modèle longitudinal en variations permet de l'éviter : en effet, le sens de la causalité est alors rétabli, et la corrélation est parfaite entre l'incidence de la pathologie et l'apparition de l'exposition.
- 27 On peut sans doute considérer que plus l'association entre exposition et pathologie est rapide, plus la persistance de la pathologie après la fin de l'exposition est brève, et plus le modèle standard risque de sous-estimer les effets de l'exposition sur la santé, voire même, dans des cas extrêmes, de suggérer des associations franchement fantaisistes. Certes l'épidémiologiste se gardera de les retenir et de les commenter puisqu'elles n'auront aucune plausibilité théorique, mais il tendra à mettre sur le compte d'une aberration statistique ce qui résulte en fait d'une mauvaise écriture du modèle.
- 28 En revanche le modèle en variations souffre quant à lui d'un autre type de limitation. Parler de causalité suppose que la variation de l'exposition soit antérieure au changement de l'état de santé. Or on ne connaît pas la date de l'une ni de l'autre : il se peut que la santé de certains individus observés empire entre 1990 et 1995 avant que leur exposition ne commence. Leur pathologie ne peut donc être attribuée à l'exposition. Pourtant la présence de ces individus dans l'échantillon contribuera de façon trompeuse à l'association statistique entre l'apparition de l'exposition et celle de la pathologie. Il s'agira donc « d'observations parasites » qui peuvent alors amener à faire franchir le seuil de la significativité statistique à une corrélation qui ne le franchirait pas si l'on pouvait les éliminer : d'où un risque de surestimation des liens entre exposition et pathologie. Ce risque ne peut être négligé lors des commentaires concernant les résultats des modèles, dont la qualité des estimations doit être évaluée (par exemple en comparant les modèles calculés sur différentes sous-populations : hommes et femmes, professions, etc.).
- 29 Un dernier problème méthodologique important concerne la précision des informations sur les expositions passées et sur leur évolution entre les deux dates d'enquête. A.F. Molinié (2003) a mis en évidence des discordances entre les réponses de certains salariés aux deux vagues (1990 et 1995) d'ESTEV : ainsi, selon les expositions, de 10 à 35 % des personnes signalant en 1990 avoir été exposées dans le passé, déclarent en 1995 n'avoir jamais été exposées à cette exposition. De même, de 5 à 15 % des salariés qui signalent une exposition actuelle en 1990 déclarent en 1995 ne l'avoir jamais connue. Il ne s'agit pas seulement d'erreurs de mesure, mais aussi de réinterprétations : un changement de contexte peut amener le salarié à changer son évaluation d'une exposition passée - par exemple à l'occulter parce qu'elle paraît bien secondaire par rapport à de nouveaux problèmes. L'important ici est que Molinié (2003) montre que ces discordances ne sont pas liées à l'état de santé des personnes ni à son évolution : ainsi, le bruit qu'elles introduisent dans les modèles affaiblira leur précision statistique, mais ne produira sans doute pas de biais systématique.
- 30 Nous avons donc retenu la modélisation longitudinale en variations comme référence, que nous comparons successivement aux modèles naïfs et longitudinaux en niveau.

### 3.2 Les effets « d'usure » sont les plus nombreux dans la modélisation longitudinale en variations

31 On compare l'impact de l'exposition « permanente » (à la fois en 1990 et 1995) à celui de l'apparition de l'exposition entre 1990 et 1995, au sein du modèle explicatif de l'incidence d'une (infra-)pathologie entre 1990 et 1995. Comme pour les modèles rétrospectifs, on peut distinguer dans l'approche longitudinale quatre types d'effets selon le profil temporel des effets observés (tableau 5). Les effets de « prévention » concernent les expositions dont l'incidence (uniquement en 1995) comme la permanence (en 1990 et en 1995) agissent dans le même sens favorable. Par exemple, avoir un travail « qui permet d'apprendre des choses nouvelles », nécessitant des « des gestes très précis, très minutieux », semble protéger les salariés des TMS, à court ou à moyen terme (Gollac et Volkoff, 2007). A l'inverse les postures pénibles, assises, le port de charges lourdes, le fait de devoir toujours se dépêcher ou d'avoir des heures de repas irrégulières, jouent comme des facteurs d'usure : l'apparition de l'exposition en 1995, aussi bien que sa permanence entre 1990 et 1995, contribuent à augmenter les risques d'incidence d'une maladie ostéo-articulaire ou musculaire entre 1990 et 1995.

Tableau 5. Modélisation longitudinale dynamique

Nombre d'apparitions de chaque exposition avec des effets de...	Prévention (a)	Usure (b)	Sélection ex-ante (c)	Sélection ex-post (d)
<i>Expositions plutôt préventives</i>				
Moyens pour faire un travail de bonne qualité	9	0	0	1
Déplacements à pied fréquents ou rapides	5	1	1	1
Gestes minutieux	5	3	0	1
Exposition aux produits chimiques	5	2	1	1
Travail instructif	5	1	1	0
Travail varié	5	2	0	1
Choisit la façon de procéder	4	2	0	0
Travail week-end	4	2	1	1
Froid	2	1	0	0
<i>Expositions plutôt d'usure</i>				
Souvent obligé de se dépêcher	3	11	0	0
Posture pénible	1	9	0	0

Rester longtemps assis	0	<b>8</b>	1	0
Heures des repas anormales	0	<b>8</b>	0	3
Souvent interrompu	1	7	0	1
Equilibre en position dangereuse	0	7	3	2
Faire plusieurs choses à la fois	2	<b>5</b>	0	0
Port de charges lourdes	2	<b>5</b>	1	2
Agents infectieux	1	<b>5</b>	1	1
Exigences des clients	1	<b>5</b>	0	0
Intempéries	2	<b>4</b>	1	1
Bruit	1	<b>4</b>	1	0
<i>Expositions plutôt de sélection ex-post</i>				
Gestes très précis, très minutieux	1	1	0	7
<i>Expositions difficilement classables</i>				
Chaleur	0	1	2	0
Détecter des détails très fins	1	1	0	0
Efforts sur machines	1	3	1	3
En alternance	2	1	2	2
Heures supplémentaires	3	3	1	1
Horaires tardifs	0	3	1	3
Poussières	2	3	1	1
Rémunération à l'objectif	0	3	2	0
Rémunération au rendement	0	4	1	3
Sem. de + de 48h	1	1	0	0
Travail répétitif sous contrainte de temps	0	4	0	4
Vibrations	0	2	0	1
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>122</b>	<b>23</b>	<b>41</b>

	27,1 %	47,8 %	9,0 %	16,1 %
--	--------	--------	-------	--------

Source : ESTEV 1990 et 1995.

Avoir des « moyens suffisants pour faire un travail de qualité » joue un rôle de « prévention » (avec un coefficient significatif au seuil de 5 %) dans 9 modèles dynamiques sur 29.

- 32 Comme dans les modèles rétrospectifs, les effets dits « d'usure » sont les plus courants et sont souvent associés à des expositions à des risques physiques (posture pénible ou assise, « se maintenir en équilibre dans des situations dangereuses », port de charges lourdes...). Jouent dans le même sens un certain nombre de pénibilités liées aux horaires atypiques (heures des repas « irrégulières ou anormales »), aux contraintes de rythme (« être souvent obligé de se dépêcher ») ou à la charge mentale (« être souvent interrompu dans son travail », « devoir supporter les exigences du public, des clients »).
- 33 Les variables mobilisant des effets dits « de prévention » sont un peu moins fréquentes mais jouent nettement : elles renvoient surtout aux caractéristiques de l'organisation du travail, essentiellement sous l'angle des opportunités que celles-ci offrent au salarié pour développer ses capacités (avoir les « moyens pour faire un travail de bonne qualité », travail qui « permet d'apprendre des choses », « travail varié », pouvoir « choisir (soi-même) la façon de procéder »). L'exposition au froid ou les déplacements à pied fréquents ou rapides apparaissent aussi comme plutôt « préventifs », et les formes de rémunération (au rendement ou à l'objectif) plutôt comme des facteurs « d'usure ».
- 34 Les effets dits de « sélection ex-ante » et « ex-post » apparaissent ici aussi de façon sporadique.

### 3.3 Les modèles naïfs ne sont pas infirmés par l'approche longitudinale

- 35 Entre la modélisation naïve et la modélisation longitudinale en variation, la comparaison directe du nombre d'odds ratios significatifs n'a guère de sens car le modèle longitudinal comporte par construction quatre fois plus d'odds ratios que le modèle naïf. Il faut donc se donner à nouveau une convention de comparabilité. Soit une exposition associée positivement à une pathologie dans le modèle naïf (odds ratio > 1 au seuil de 5 % dans le modèle naïf MN). On dira que la modélisation longitudinale en variations est « cohérente » avec l'approche naïve en ce qui concerne cette pathologie et exposition si (simultanément) :
- 36 - l'odds-ratio associé à l'apparition de cette exposition entre 1990 et 1995, s'il est significatif, est supérieur à 1 ;
- l'odds-ratio associé au maintien de cette exposition, s'il est significatif, est supérieur à 1 ;
  - l'odds-ratio associé à la disparition de cette exposition, s'il est significatif, est inférieur à 1 ;
  - et l'un des trois odds ratios précédents est significatif.
- 37 Au contraire on dira que les deux modèles sont incohérents si l'apparition ou le maintien de l'exposition réduisent significativement la probabilité de pathologie, ou bien la disparition de l'exposition accroît significativement la probabilité de pathologie. Enfin les deux modèles seront considérés comme compatibles s'ils ne sont ni cohérents, ni incohérents. Ce critère est modifié de façon adéquate dans le cas où l'odds ratio du modèle naïf est inférieur à l'unité.

- 38 Le tableau 6 présente une synthèse de cette comparaison systématique entre les modèles naïfs et longitudinaux en variations. Sur 269 liaisons significatives dans les modèles naïfs, 139 (51 %) sont cohérentes avec la modélisation en variations, 112 (42 %) sont compatibles, et seulement 18 (7 %) sont incohérentes. Autrement dit, une moitié des liaisons identifiées dans les modèles naïfs est confirmée par les modèles en variations, une autre (petite) moitié n'est ni confirmée ni infirmée, et une petite minorité semble infirmée.

Tableau 6. Comparaison des modèles naïfs et longitudinaux en variations

Expositions	Cohérences	Compatibles	Incohérences	Total
Agents infectieux	3	5	1	9
Assis	5	3	1	9
Attention continue	1	3		4
Autonomie (choisir la façon de procéder)	9	4		13
Bruit	4			4
Chaleur	1	1	1	3
Déplacements à pied fréquents ou rapides	3	4		7
Détecter des détails très fins	1	9		10
Efforts sur machines	5	2		7
En alternance	1	1		2
En équilibre	7			7
Exigences des clients	2	2		4
Froid	1	2	1	4
Gestes précis, minutieux	3	3		6
Heures des repas irrégulières	8	2		10
Heures supplémentaires	3	7		10
Horaires tardifs	4	2		6
Intempéries	2	2		4
Interruptions fréquentes	4	1		5
Moyens de faire un travail de bonne qualité	1	7	1	19



Plusieurs choses à la fois (devoir faire)	2	5	1	8
Port de charges lourdes	5	2	1	8
Posture pénible	8	7	3	18
Poussières	4	7		11
Produits chimiques		1		1
Rémunération à l'objectif	4	3		7
Rémunération au rendement	2	2	2	6
Souvent se dépêcher	12	6	1	19
Sem. de + de 48h	2	3		5
Travail permet d'apprendre des choses	8	4		12
Travail répétitif sous contrainte de temps	5	4	1	10
Travail varié	6	4	2	12
Travail week-end	3	3		6
Vibrations		1	2	3
Total	139	112	18	269

Source : ESTEV 1990 et 1995

Sur 9 coefficients significatifs (au seuil de 5 %) concernant les agents infectieux dans les modèles naïfs, 3 sont cohérents avec les modèles longitudinaux en variations correspondants, 5 sont compatibles et 1 est incohérent.

- 39 Encore faut-il préciser que ces incohérences sont le plus souvent internes aux modèles en variations eux-mêmes. Prenons l'exemple des postures pénibles, pour lesquelles trois incohérences sont observées. Dans deux de ces cas, c'est le modèle en variations qui apparaît incohérent, puisque aussi bien l'apparition que la disparition de l'exposition (ainsi que sa permanence) accroissent significativement la probabilité de l'infirmité (en l'occurrence, les « soucis qui empêchent de dormir », déclarés par le salarié, et les troubles du sommeil diagnostiqués par le médecin). De même, le modèle expliquant les TMS du genou par le fait d'être « souvent obligé de se dépêcher » affiche un odd ratio de 1,4 pour l'apparition de l'exposition, mais aussi de 1,2 pour sa disparition, les deux étant significatifs au seuil de 5 % : il est alors contradictoire, selon les critères ci-dessus définis, avec le modèle naïf (odd ratio de 1,2), mais la contradiction est en fait interne au modèle en variations lui-même. Au total 13 des 18 incohérences relèvent de ce type de cas, ce qui réduit à 5 (soit 2 %) le nombre de liaisons exposition-pathologie où l'on peut réellement considérer que la modélisation longitudinale en variations infirme les modèles naïfs.

- 40 Les 113 liaisons exposition-pathologie dites « compatibles » sont celles où le modèle naïf indique un effet significatif de l'exposition sur la pathologie, mais où aucun odd-ratio n'est significatif dans le modèle longitudinale en variations. Le modèle naïf surestimait donc l'impact de l'exposition. Le plus souvent, l'odd-ratio de la variable « permanence de l'exposition aux deux enquêtes », bien que non significatif, donne la même indication que l'odd-ratio de l'exposition en 1995 dans le modèle naïf : dans 80 % des cas les deux odd ratios sont du même côté de l'unité.
- 41 Au final, il semble que la prise en considération des seuls modèles naïfs n'aboutisse pas à de gros contresens : ce n'est que dans un nombre négligeable de cas que les modèles longitudinaux en variations contredisent clairement ce que suggèrent les modèles naïfs. En revanche les modèles naïfs fournissent souvent des résultats quelque peu « forcés », puisque leur significativité disparaît souvent dans les modèles longitudinaux en variations.

### 3.4 Une tentative de comparaison globale des diverses approches

- 42 On a construit à titre purement indicatif et de façon exploratoire un indicateur de « performance globale » des modèles, en attribuant à chaque liaison exposition-pathologie la valeur 3 si l'odd-ratio associé est significatif au seuil de 1 %, 2 au seuil de 5 %, 1 au seuil de 10 % et 0 s'il n'est pas significatif au seuil de 10 %, et en sommant ces valeurs pour l'ensemble des expositions de chaque modèle (tableau 7), où les (infra) pathologies sont classées en fonction du nombre d'odd ratios significatifs qu'elles obtiennent dans les modèles naïfs). Selon cette nouvelle convention de comparabilité, pour une pathologie donnée, plus un modèle comporte d'odd ratios significatifs, et plus cette significativité est forte, plus ce modèle sera considéré comme performant pour expliquer la pathologie.

Tableau 7. Performances relatives des modèles selon les pathologies (performances calculées uniquement sur les odds ratios associés aux expositions)

	naïf	complet	rétrospectif	longitudinal en variations	longitudinal en niveau
Nervosité	48	41	47	30	9
Soucis	35	36	37	24	10
Fatigue	34	34	37	25	6
Troubles du sommeil	34	34	35	22	8
Douleurs	33	26	32	34	16
Mauvaise santé	31	24	31	28	8
Problème cervicales	31	18	28	20	10
Problème épaule-bras	27	19	23	24	12

Troubles mentaux	26	24	29	34	18
Maladie syst. ostéo-articulaire	26	18	28	29	7
Problème de dos	24	15	22	26	9
Problème de hanche	24	13	20	17	8
Somnifères	22	16	21	17	4
Problème poignet- main	20	11	13	19	8
Maladie de l'œil	18	17	21	28	12
Problème genou-jambe	17	14	14	20	4
Maladie syst. digestif	16	8	11	10	6
Traumatismes	13	12	15	17	11
Autre maladies	12	11	16	18	4
Maladie syst. cardiaque circulatoire	12	12	10	18	8
Maladie syst. Endocrinien	12	11	15	20	5
Maladie infectieuses	11	10	10	17	5
Maladie syst. ORL	11	8	15	21	7
Maladie syst. respiratoire	10	10	8	11	7
Maladie du sang	9	10	9	30	11
Maladie syst. génito-urinaire	8	6	9	13	9
Maladie syst. nerveux	7	7	12	17	12
Maladie cutanée	4	2	8	20	12
Autres cancers	4	4	8	11	2

Source : ESTEV 1990 et 1995

Dans le modèle naïf concernant la nervosité, la somme pondérée des significativités vaut 48 (significativité : 3 pour un coefficient significatif à 1 %, 2 pour 5 %, 1 pour 10 %). Pour les modèles naïfs, complets et longitudinaux en niveau, l'indicateur de performance est construit selon cette formule de somme pondérée. Pour les modèles rétrospectifs (dans les cas où deux coefficients sont donnés pour une même caractéristique : exposition *actuelle courte* et *actuelle longue*) et les modèles en variations, la formule est plus élaborée puisqu'il y a plus d'un coefficient par caractéristique du travail. Une caractéristique a donc été notée 3 lorsque, pour une caractéristique donnée, l'un de ces coefficients associés est significatif à 1 %, sinon 2 quand l'un des coefficients au moins est significatif à 5 %, etc.

- 43 Ce tableau livre plusieurs indications intéressantes. D'abord la « performance » des modèles naïfs apparaît assez proche de celle des modèles longitudinaux en variations pour des infra-pathologies (nervosité, prise de somnifères, troubles du sommeil...) ou pour des problèmes ou pathologies ostéo-articulaires ainsi que pour les traumatismes, voire même les troubles mentaux. Ces troubles de la santé sont directement liés à des expositions actuelles dans le travail, et ce diagnostic des modèles naïfs n'est en général pas infirmé par des modèles plus sophistiqués.
- 44 En revanche, et c'était attendu, pour les pathologies qui peuvent résulter surtout de l'effet différé des expositions (maladies des systèmes respiratoire, circulatoire ou génital, maladies du sang, cancers...), le pouvoir explicatif des modèles naïfs est très faible. Les modèles en variations, eux, sont aussi performants pour ces maladies que pour les infra-pathologies ou les TMS, ce qui confirme leur beaucoup plus grande pertinence pour évaluer en toute généralité les effets des conditions de travail sur la santé.
- 45 Un autre résultat intéressant concerne les performances relatives des modèles longitudinaux en niveau et en variations. Les deux familles de modèles partagent cette propriété d'être également pertinents pour tous les types de pathologies étudiées, à la différence des modèles naïfs. En revanche les modèles longitudinaux en niveau apparaissent plus pauvres en pouvoir explicatif, les indicateurs de performance ici calculé étant systématiquement inférieurs à ceux des modèles longitudinaux en variations (tableaux 7 et 8). Ce n'est pas surprenant, d'une part parce que le modèle en variations fait intervenir trois odds-ratios là où le modèle en niveau n'en comporte qu'un, et d'autre part parce que le modèle en niveau tend structurellement à sous-évaluer l'impact des expositions sur la santé.

Tableau 8. Tests des paires concordantes et discordantes

		Moyenne de paires		
		Concordantes	Discordantes	Liées
Modèles	Simple	62,7 %	35,0 %	2,3 %
	Complets	70,0 %	28,5 %	1,5 %
	Rétrospectifs	71,1 %	27,5 %	1,4 %
	Standards	65,3 %	32,3 %	2,5 %
	En variations	70,1 %	28,1 %	1,8 %

- 46 Comme attendu également, l'écart de performance entre modèles en variations et en niveau apparaît surtout pour les (infra) pathologies les plus réversibles, qui résultent plutôt d'effets à court terme des expositions. Hormis le cas (rare) des maladies du sang, la différence entre la 4ème et la 5ème colonne du tableau 7 tend à se réduire nettement dans le bas du tableau. Autrement dit encore, le modèle en niveau est nettement sous-performant par rapport au modèle en variations essentiellement dans le cas des problèmes psychiques, qu'il s'agisse de souffrance psychique ressentie ou de troubles mentaux diagnostiqués, et des problèmes péri-articulaires, qu'il s'agisse de douleurs déclarées ou de TMS diagnostiqués. Il s'agit là d'une fraction de plus en plus importante des troubles de santé liés au travail.

## 4. Discussion

- 47 Notre étude statistique aboutit à quatre types de résultats. En premier lieu, la non-prise en compte des facteurs personnels, des comportements à risque et des antécédents médicaux biaise faiblement l'évaluation des liens entre expositions et santé, du moins sur l'échantillon ici étudié.
- 48 En second lieu, la prise en compte de l'historique des expositions aux risques professionnels n'invalide pas les enseignements issus d'une modélisation « naïve » concernant les liens entre expositions professionnelles et santé, mais enrichit nettement l'analyse.
- 49 Troisièmement, si - comme on pouvait s'y attendre - les modèles naïfs ne sont d'aucune utilité pour rendre compte des effets différés des expositions professionnelles sur la santé en ce qui concerne les pathologies lourdes (maladies du système respiratoire, nerveux, génito-urinaire, cancers...), leurs indications ne sont pas démenties - et sont mêmes le plus souvent confirmées - par une approche longitudinale pour ce qui concerne les infra-pathologies, les troubles psychiques et musculo-squelettiques. Autrement dit il n'apparaît pas abusif d'interpréter en termes de causalité des corrélations observées en cross-section entre certaines expositions professionnelles (celles liées notamment à l'organisation du travail) et certaines (infra)pathologies, tout en faisant preuve d'une nécessaire prudence.
- 50 En quatrième lieu, quand on compare les approches longitudinales, la modélisation en niveau semble sous-performante par rapport à la modélisation en variations pour ce qui concerne les (infra) pathologies associées au stress (troubles psychiques ou musculo-squelettiques), car elle amène à minorer l'impact des expositions sur la santé. Son utilisation exclusive risque donc d'occulter les conséquences de court terme des conditions et de l'organisation du travail. L'explication tient probablement à la réversibilité des troubles en cas de disparition de l'exposition, qui risque de rendre la modélisation en niveau peu opératoire.
- 51 L'expérience statistique ici menée repose sur la très grande richesse de la base de données ESTEV (informations à la fois rétrospective et longitudinale sur les expositions et sur les pathologies, informations sur la situation personnelle et les comportements à risques, questionnaire médical et auto-évaluation de la santé). Cependant les résultats obtenus sont difficilement généralisables. Ils tiennent sans doute pour partie à la grande taille de l'échantillon, qui limite le risque d'aléas statistiques, fréquents sur des petits échantillons où des corrélations apparemment significatives entre expositions et état de

santé disparaissent avec la prise en compte de « facteurs de confusion ». Ces résultats demanderaient à être confirmés par des études similaires sur d'autres données présentant les mêmes avantages (taille d'échantillon importante, informations rétrospectives et longitudinales), comme par exemple l'enquête Santé et Itinéraire Professionnels (Ministère du Travail, 2007) après sa deuxième vague prévue en 2010.

- 52 D'autre part la comparaison des performances des divers modèles repose sur des critères conventionnels, qu'on a ici qualifiés de « conventions de comparabilité », et pourrait sans doute être modifié par le choix d'autres conventions. La comparaison des modèles explicatifs des diverses pathologies peut quant à elle être affectée par le fait que les effectifs concernés par certaines pathologies sont beaucoup plus faibles que ceux touchés par d'autres (infra) pathologies. Mais la principale limite de cette étude tient au fait que les comparaisons entre modélisations reposent sur des critères purement statistiques, indépendamment de la plausibilité épidémiologique des liaisons exposition-pathologie étudiées. Or nous avons vu que cette plausibilité apparaît dans certains cas assez faible. Les performances statistiques des différentes modélisations dépendent donc pour partie de liaisons peu interprétables au plan épidémiologique, ce qui peut entacher leur comparaison de biais difficilement contrôlables. Il ne semble toutefois pas que ces artefacts constituent une part suffisante des liaisons identifiées pour invalider les résultats ici présentés.

---

## BIBLIOGRAPHIE

- C. Bertin, F. Derriennic (2001). Sentiment de lassitude, âge et conditions de travail. In *Travail, Santé, Vieillesse, Relations et évolutions, Actes du Colloque des 18 et 19 novembre 1999*, Octarès.
- J. Bué, T. Coutrot, I. Puech (2005). *Conditions de travail : les enseignements de vingt ans d'enquêtes*. Octares.
- T. Coutrot, L. Wolff (2005). *L'impact des conditions de travail sur la santé : une expérience méthodologique*, Documents d'études de la Dares, 097, [http://www.cee-recherche.fr/fr/rapports/conditions\\_travail\\_sante.pdf](http://www.cee-recherche.fr/fr/rapports/conditions_travail_sante.pdf)
- M. Goldberg, *L'épidémiologie sans peine*. Frison Roche, Paris, 2003.
- F. Derriennic, A. Touranchet, S. Volkoff (1996). *Age, travail, santé ; Études sur les salariés de 37 à 52 ans, résultats de l'enquête ESTEV*. Éditions de l'INSERM.
- F. Derriennic, C. Monfort, B. Cassou, A. Touranchet (2001). Douleurs lombaires : les principales tendances observées dans l'enquête ESTEV. In *Travail, Santé, Vieillesse, Relations et évolutions, Actes du Colloque des 18 et 19 novembre 1999*, Octarès,.
- F. Derriennic, M.J. Saurel-Cubizolles, C. Monfort (2003). Santé, conditions de travail et cessation d'activité des salariés âgés. *Travail et Emploi*, 96.
- M. Gollac, S. Volkoff (2007). *Les conditions de travail*, La Découverte, Repères.

Ministère de l'emploi et de la solidarité (2001). *STED 1993-1998 : enquête longitudinale auprès de salariés DATR des entreprises sous-traitantes d'EDF intervenant lors des arrêts de tranche des centrales nucléaires.*

A. F. Molinié, A. Laville (2000). Les surprises du longitudinal : les salariés répondent-ils n'importe quoi aux enquêtes portant sur leur travail actuel et passé ? In B. Mélier, Y. Quéinnec (org.), *Communication et travail*, XXXV<sup>e</sup> Congrès de la SELF, Octares.

A.F. Molinié (2003). Interroger les salariés sur leur passé professionnel : le sens des discordances. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, 51, 589-605.

M. Vézina, F. Derriennic, C. Monfort (1999). Tension au travail et atteintes à la santé mentale : l'éclairage de l'enquête ESTEV. In *Travail, Santé, Vieillesse, Relations et évolutions, Actes du Colloque des 18 et 19 novembre 1999*, Octarès.

Divers auteurs (2001). *Travail, Santé, Vieillesse, Relations et évolutions, Actes du Colloque des 18 et 19 novembre 1999*, Octarès.

Ministère du travail (2007). L'enquête Santé et itinéraires professionnels (SIP). <http://travail-emploi.gouv.fr/etudes-recherches-statistiques-de,76/statistiques,78/conditions-de-travail-et-sante,80/l-enquete-sante-et-itineraires-professionnels,13195.html>

## NOTES

1. Pour une présentation plus détaillée des méthodes et des résultats, voir Coutrot, Wolff, 2005.
2. Seules les caractéristiques qui ont donné lieu à une interrogation rétrospective apparaissent dans ce tableau.
3. C'est à dire si la même exposition joue significativement dans chaque modèle mais dans des sens opposés.
4. Rappelons qu'il s'agit des effets des expositions passées pour les individus qui ne sont plus soumis à ces expositions au moment de l'enquête.

---

## RÉSUMÉS

Cet article vise à réaliser une comparaison systématique des performances des modèles épidémiologiques dits « naïfs », expliquant la prévalence des troubles de santé par les seules caractéristiques actuelles du travail des salariés, avec des modèles plus rigoureux au plan théorique, incluant un historique de certaines expositions professionnelles passées (modèles statiques rétrospectifs), ou étudiant l'incidence (au lieu de la prévalence) des troubles en fonction soit de l'exposition à la date initiale (modèles longitudinaux standards), soit de l'évolution de l'exposition (modèles dynamiques).

On montre dans un premier temps combien l'impact de la prise en compte des facteurs individuels de confusion – la consommation d'alcool et de tabac, les modes de vie des personnes ou leur historique médical – est faible : les corrélations entre la santé et les conditions actuelles de travail mises en évidence par les modèles naïfs n'en sont pratiquement pas modifiées. Cela ne signifie bien sûr pas que ces facteurs sont sans effets sur la santé des personnes – au contraire,

l'analyse montre les effets importants de certains de ces facteurs – mais que les effets des facteurs professionnels et des facteurs personnels jouent de façon largement indépendante.

On examine ensuite les mérites respectifs des modèles « standards » et « dynamiques » : les premiers expliquant l'incidence d'un trouble de santé entre deux dates par l'exposition à la date initiale, les seconds prenant pour variables explicatives l'évolution de l'exposition entre les deux dates. Pour ce qui concerne les (infra)pathologies liées au stress, les modèles standard apparaissent sous-performants, dans la mesure où ils sous-estiment nettement l'impact des expositions sur les troubles de santé. L'explication tient probablement à la plus grande réversibilité des troubles en cas de disparition de l'exposition, phénomène que le modèle standard confond avec une corrélation négative entre l'exposition et le trouble.

This paper intends a systematic comparison of the performances of the “naive” epidemiologic models, explaining the prevalence of health issues through existing characteristics of workers. This would be compared to more rigorous models, that will include a history of some former professional exposures (retrospective static models), or will study the incidence (instead of the prevalence) of the disorders according to either the exposure from the initial date (longitudinal standard models), or the evolution of the exposure (dynamic models).

We first show the weakness of the impact of the individual factors of confusion such as the consumption of alcohol and tobacco, living conditions or medical history. However, the correlations between health and employment characteristics highlighted by the naive models remain practically unmodified in the more thorough models. That doesn't mean that these factors are without effects on health. On the contrary, the analysis shows the importance of some of these effects. But the effects of the professional and the personal factors act in a largely independent way.

We then examine the respective merits of “standard” and “dynamic” models. The first explain the incidence of health disorders between two dates by the exposure from the initial date. The second take the evolution of the exposure between the two dates as explanatory variables. Concerning the (infra)pathologies related to stress, the “standard” models appear under-efficient, insofar as they clearly underestimate the impact of the exposures on health disorders. This lack of efficiency is probably due to the greatest reversibility of the disorders in the case of disappearance of the exposure, a phenomenon which the “standard” model confuses with negative correlation between the exposure and the disorder.

Este artículo intenta realizar una comparación sistemática del desempeño de los modelos epidemiológicos llamados « ingenuos », modelos que explican la prevalencia de problemas de salud únicamente a partir de las características del trabajo de los asalariados, utilizando modelos más rigurosos desde un plano teórico, es decir que consideran el historial de exposiciones laborales (modelos estadísticos retrospectivos), o que estudian la incidencia (en lugar de la prevalencia) de los problemas ya sea en función de la exposición inicial (modelos longitudinales estandar), o en función de la evolución de la exposición (modelos dinámicos).

Mostramos, en un primer momento, cuan débil es el impacto de los factores individuales de confusión – el consumo de alcohol y de tabaco, los modos de vida de las personas o su historial médico - : las correlaciones entre salud y condiciones de trabajo puestas en evidencia por los modelos « ingenuos » prácticamente no se ven modificadas. Esto no significa, por supuesto, que estos factores no tengan efectos sobre la salud de las personas - por el contrario, el análisis muestra efectos importantes de algunos de esos factores - pero que los efectos de los factores profesionales y personales intervienen de manera ampliamente independiente.

Examinamos luego los méritos respectivos de los modelos « estandar » y « dinámico » : los primeros explican la incidencia de un problema de salud entre dos fechas por la exposición a la fecha inicial ; los segundos toman como variables explicativas la evolución de la exposición entre ambas fechas. En lo que a (infra) patologías ligadas al stress se refiere, los modelos estandar son



sub-eficientes en la medida que sub-estiman netamente el impacto de las exposiciones sobre los problemas de salud. La explicación tiene seguramente que ver con una mayor reversibilidad de los problemas en caso de desaparición de la exposición, fenómeno que el modelo estandar confunde con una correlación negativa entre la exposición y el problema.

## INDEX

**Mots-clés** : modèles statistiques en épidémiologie, santé et travail, données statistiques, impact des facteurs individuels de confusion

**Palabras claves** : modelos estadísticos en epidemiología, salud y trabajo, datos estadísticos, impacto de los factores individuales de confusión

**Keywords** : statistical models in epidemiology, health and working conditions, individual factors of confusion

## AUTEURS

### THOMAS COUTROT

Direction de l'Animation de la Recherche, des Etudes et des Statistiques (DARES), 39-43, quai André Citroën - 75902 - PARIS CEDEX 15. , [thomas.coutrot@dares.travail.gouv.fr](mailto:thomas.coutrot@dares.travail.gouv.fr)

### LOUP WOLFF

Centre d'études de l'emploi, « Le Descartes I », 29 promenade Michel Simon, 93166 Noisy-le-Grand cedex