

Informatique, organisation du travail et interactions sociales

Nathalie Greenan et Emmanuelle Walkowiak*

Les liens de complémentarité entre usage de l'informatique et pratiques organisationnelles innovantes, d'une part, et les principes de sélection qui sous-tendent leur diffusion au niveau des postes de travail, d'autre part, doivent être analysés dans un cadre unifié. Les principes communs de sélection dans l'attribution de l'informatique et le *design* organisationnel du poste de travail renvoient au choix de la configuration du réseau d'interactions sociales au sein de la firme. Cette structure sociale d'interaction est analysée en référence au concept de capital social (capital humain auquel un individu peut accéder lorsqu'il interagit avec d'autres). Ne pouvant directement le mesurer, nous supposons qu'il joue un rôle lorsque les appartenances catégorielles du salarié ou la composition socio-démographique de la main-d'œuvre de l'entreprise influencent la modernisation des postes de travail. On distingue alors dans la complémentarité entre technologie et organisation ce qui relève d'une pure coordination des choix dans ces deux dimensions de ce qui relève de la sélection des salariés. Les tests menés à partir du volet « salariés » de l'enquête *Changements Organisationnels et l'Informatisation* de 1997 permettent de vérifier deux propositions. Tout d'abord, le capital social des salariés favorise leur accès aux ordinateurs et plus généralement aux technologies de l'information et de la communication (TIC) et aux postes de travail dont les caractéristiques productives et informationnelles sont innovantes. Ensuite, les liens de complémentarité que l'on mesure sur le poste de travail entre usage des TIC et caractéristiques organisationnelles innovantes s'expliquent en partie par ce principe commun de sélection par le capital social dans la modernisation technologique et organisationnelle, en particulier pour les caractéristiques organisationnelles innovantes qui intègrent une dimension relationnelle et pour les postes de travail occupés par les salariés peu qualifiés.

* Nathalie Greenan travaille au Centre d'Études de l'Emploi, nathalie.greenan@mail.enpc.fr, et Emmanuelle Walkowiak au Laboratoire d'Économie d'Orléans-Université d'Orléans et au Centre d'Études de l'Emploi, emmanuelle.walkowiak@univ-orleans.fr.

Les noms et dates entre parenthèses renvoient à la bibliographie en fin d'article.

Depuis deux décennies, l'adoption massive et transversale des technologies de l'information et de la communication (TIC) et de profondes réorganisations du travail transforment le paysage des entreprises industrielles. Les TIC sont des technologies génériques qui touchent à la communication, affectent la coordination au sein de la firme et répondent à une logique de rationalisation de la production des connaissances. Les réorganisations d'entreprise découlent de la mise en place de démarches de qualité et de pratiques telles les flux tendus, les équipes de projet, l'externalisation ou encore le *reengineering*. L'ampleur, la durée et la persistance de la diffusion de ces pratiques conduisent à les considérer comme de véritables changements structurels au sein des organisations (Osterman, 2000). Ces nouvelles pratiques favoriseraient le développement de logiques de travail plus horizontales où la prise de décision serait décentralisée, où le salarié deviendrait plus autonome, polyvalent et polycompétent et où les dynamiques collectives seraient privilégiées.

Comment ces changements dans le domaine de la technologie et de l'organisation du travail s'articulent-ils ? Les observations réalisées par les économistes tendent à montrer que l'informatisation serait complémentaire de ces modes de coordination plus horizontaux. Il serait plus efficace pour les entreprises d'adopter conjointement, plutôt que séparément, les TIC et les nouvelles pratiques organisationnelles (Milgrom et Roberts, 1990). D'un autre côté, les travaux qui s'intéressent aux usages de l'informatique dans l'entreprise soulignent la logique verticale à l'œuvre dans l'attribution des ordinateurs aux salariés. Les responsables hiérarchiques sont les premiers équipés (Gollac et Kramarz, 2000). Le fait d'être équipé est le produit d'effets de sélection importants qui renvoient aux modalités de différenciation des salariés par les firmes. L'informatique n'est donc pas attribuée de manière aléatoire au sein des entreprises. Des effets de sélection similaires s'observent pour certaines caractéristiques innovantes de l'organisation du poste de travail (de Conninck, 1991).

Comment la logique verticale à l'œuvre dans la sélection des utilisateurs de technologie se conjugue-t-elle à la logique horizontale qui semble animer la coordination des choix technologiques et organisationnels des entreprises ? L'objet de cet article est de proposer un cadre unifié d'analyse des liens entre informatique et organisation du travail et des principes de sélection qui sous-tendent leur diffusion au niveau du poste de travail. Plus précisément, nous allons

identifier les éléments communs qui génèrent une sélection dans l'attribution de l'informatique et de postes de travail aux caractéristiques organisationnelles innovantes. Cette logique commune joue comme un facteur caché, latent, qui génère une corrélation entre caractéristiques techniques et organisationnelles des postes de travail. Nous allons montrer que cette composante de la corrélation est produite par le réseau des relations sociales au sein de l'entreprise plutôt que par des facteurs purement techniques et nous l'interpréterons en faisant référence au rôle du « capital social » des individus dans les contextes de changements techniques et organisationnels. Ce cadre d'analyse nous permet de formuler des propositions que nous testons empiriquement sur un échantillon de 4 067 salariés stables (ayant au moins un an d'ancienneté) rattachés à des entreprises manufacturières de cinquante salariés et plus. Cet échantillon est issu du dispositif d'enquêtes couplées employeurs/salariés sur les *Changements Organisationnels et l'Informatisation* (COI) réalisées en 1997 par la Dares (volet « salariés »), le Sessi et le SCEES (volet « entreprises »), apparié avec les données de déclaration annuelle de données sociales (DADS) (cf. encadré 1).

Les relations entre informatisation et organisation : un cadre d'analyse

Les relations entre informatisation et organisation des entreprises ont fait l'objet de travaux abondants depuis la fin des années 1990. Dans les travaux de micro-économie, l'idée d'une complémentarité entre les deux domine aujourd'hui la littérature. L'approche sociologique privilégie quant à elle l'analyse des déterminismes sociaux à l'œuvre dans l'attribution des ordinateurs et des postes de travail dotés de caractéristiques organisationnelles innovantes. Dans ce travail, nous allons tenter de concilier ces deux approches en explorant l'hypothèse selon laquelle le « capital social » est un facteur caché derrière les choix de l'entreprise en matière d'équipement informatique et de réorganisation.

Un cadre théorique pour analyser les liens entre informatique et organisation

Selon Milgrom et Roberts (1990), deux activités productives ou pratiques d'entreprise sont

complémentaires si développer l'une accroît le rendement de l'autre. Dès lors, les choix que l'entreprise réalise dans ces deux domaines doivent être coordonnés. Dans une fonction de production classique, l'entreprise choisit essentiellement ses quantités de facteurs de production. À ces choix opérationnels s'ajoute une série de choix stratégiques, tels les choix de produits, d'équipements ou de pratiques organisationnelles. Si des variables complémentaires d'une fonction de production augmentent simultanément, alors la valeur de la fonction augmente plus que si l'on sommat la valeur des changements induits par l'augmentation de chacune des variables prise isolément. Ainsi, dans le modèle « d'excellence industrielle » évoqué par Milgrom et Roberts (1990, 1992), les logiciels de DAO, CAO, CFAO, la GPAO (1), les machines automatiques programmables et les robots sont complémentaires d'un renouvellement rapide des produits, des petites séries, de la polyvalence et de la polycompétence des salariés, des pratiques de production et de livraison en juste-à-temps, de l'externalisation et de la sous-traitance.

Athey et Stern (1998) relèvent deux méthodes différentes généralement mises en œuvre pour mesurer les complémentarités productives sur des données individuelles d'entreprises. La première consiste à vérifier s'il existe une corrélation entre des variables d'informatisation et d'organisation, conditionnellement à un certain nombre de variables observables. Elle est

dénommée « CORR ». La seconde consiste à estimer, dans une fonction de production, les paramètres associés à des termes d'interaction entre variables technologiques et organisationnelles. On parle d'approche « PROD ». En utilisant ces méthodes, plusieurs travaux empiriques ont cherché à tester la complémentarité entre les équipements informatiques et les nouvelles formes d'organisation sur des données d'entreprises (Bresnahan, Brynjolfsson et Hitt, 2002 ; Greenan, 2003 ; Gollac, Greenan et Hamon-Cholet, 2000 ; Caroli et Van Reenen, 2001). Dans notre travail, nous n'allons pas chercher à tester l'impact de la coordination des choix technologiques et organisationnels sur la productivité (approche « PROD »), mais uniquement étudier la corrélation entre ces deux dimensions (approche « CORR »). L'existence d'une corrélation significative peut être le signe d'une complémentarité, même si elle ne suffit pas à démontrer que les choix technologiques et organisationnels sont complémentaires. Athey et Stern (1998) montrent, en travaillant sur différentes configurations d'erreurs dans la mesure des variables, qu'aucune de ces deux approches n'est pleinement satisfaisante et que chacune ne mesure que des présomptions de complémentarité.

1. Dessin Assisté par Ordinateur (DAO), Conception Assistée par Ordinateur (CAO), Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO), Gestion de Production Assistée par Ordinateur (GPAO).

Encadré 1

L'ENQUÊTE CHANGEMENTS ORGANISATIONNELS ET INFORMATISATION

En 1997, à la demande de la Dares (Direction de l'Animation, de la Recherche et de la Statistique), le Centre d'Études de l'Emploi a coordonné une enquête à deux volets « entreprises »/« salariés » sur les changements organisationnels et l'informatisation (COI). Cette enquête couvre le secteur industriel, les industries agricoles et alimentaires (IAA), la branche des experts-comptables et celle des magasins de bricolage. Les entreprises ont été sélectionnées dans les fichiers des *Enquêtes Annuelles d'Entreprise*, et les salariés ont été sélectionnés de manière aléatoire au sein de chaque entreprise dans le fichier des *Déclarations Annuelles de Données Sociales* (DADS) de 1996. Les volets *entreprises* ont été réalisés, selon le secteur concerné, par le Service des statistiques industrielles (Sessi), le Service central des enquêtes et études statistiques du ministère de l'Agriculture (Scees) et l'Insee (Institut national de la statistique et des études économiques). Le volet *salariés* a été piloté par la Dares. Jusqu'alors, les enquêtes sur ces thèmes avaient été conduites séparément auprès des entreprises et auprès des salariés.

Le questionnaire *salariés* fournit un certain nombre de données sociodémographiques sur le salarié et s'intéresse aux caractéristiques des postes de travail en termes de marge d'initiative, de communication, d'évaluation du travail et d'usage des nouvelles technologies. Deux salariés ont été interrogés dans les entreprises de moins de 500 salariés, trois dans les plus grandes.

Le volet *entreprises* est composé de trois questionnaires différents pour l'industrie, les experts comptables et le commerce de bricolage. Le questionnaire « Industrie et IAA » comporte une interrogation détaillée sur l'organisation et le processus d'informatisation interne de l'entreprise et s'adresse aux entreprises de 20 salariés ou plus. Les questionnaires commerce et services sont centrés sur l'organisation des réseaux entre entreprises ou établissements. Les premiers résultats tirés de ces volets *entreprises* ont été publiés en 1998 et 1999 par les services statistiques producteurs.

Un certain nombre de travaux empiriques ont cherché à tester la complémentarité entre les équipements informatiques et la décentralisation de l'entreprise. Bresnahan, Brynjolfsson et Hitt (2002) obtiennent des corrélations significatives sur données individuelles d'entreprise entre des indicateurs de l'usage des TIC et des indicateurs de la décentralisation de l'organisation du travail, mesurée par l'importance des équipes de travail autonomes. Ils vérifient aussi que l'association entre équipement informatique et décentralisation est source de gains de productivité qui s'ajoutent à l'effet de chacune des variables prise isolément. En mobilisant un échantillon d'entreprises industrielles françaises, Greenan (2003) obtient une corrélation entre l'usage de technologies de fabrication avancées et les réorganisations qui se caractérisent par une décentralisation des décisions vers l'opérateur, une baisse du nombre de niveaux hiérarchiques et l'accroissement des compétences requises de la main-d'œuvre. Gollac, Greenan et Hamon-Cholet (2000) montrent que, dans l'industrie française, l'intensité de l'informatisation est très fortement corrélée à l'intensité de l'usage de dispositifs organisationnels nouveaux. Il semblerait aussi que la coordination des choix techniques et organisationnels des entreprises s'est jouée tout au long des années 1990 autour des questions de qualité, de différenciation et de renouvellement des produits, mais, qu'à la fin de la décennie, une nouvelle logique émerge dans un contexte de restructurations financières : les entreprises privilégieraient la maîtrise des coûts en s'appuyant sur les réseaux informatiques et les pratiques, comme l'externalisation, la sous-traitance et le juste-à-temps. Enfin, Caroli et Van Reenen (2001) observent, sur données d'établissements français et anglais, une complémentarité entre l'usage de l'informatique et la baisse du nombre de niveaux hiérarchiques qu'ils utilisent comme indicateur synthétique de changements organisationnels.

Notre approche est originale, car nous ne travaillons pas directement sur des données d'entreprises, mais sur des données concernant les salariés. Dès lors, notre question n'est pas tant celle de la coordination des choix technologiques et organisationnels au niveau de l'entreprise toute entière mais celle de la coordination de ces choix dans le *design* ou dans la conception des postes de travail. Analyser les corrélations entre l'usage de l'informatique et l'organisation au niveau du poste de travail plutôt qu'au niveau de l'entreprise a plusieurs avantages.

Tout d'abord, le poste de travail est une unité d'analyse plus homogène que l'entreprise dont l'organisation peut être fortement différenciée selon la taille. De plus, au niveau du poste de travail, l'information recueillie est plus objective et de meilleure qualité, ce qui permet d'écarter des sources de corrélation fallacieuse, comme l'envie que peuvent avoir les chefs d'entreprise d'afficher une certaine « modernité » dans leurs choix. En effet, travailler au niveau du poste de travail permet d'introduire un système de variables de contrôle étendu qui prend en compte l'ensemble des caractéristiques des salariés comme l'âge, l'ancienneté, le diplôme, l'origine sociale, le genre, etc. Les variables de contrôle ainsi introduites sont bien mesurées par le système statistique, ce qui réduit les risques de biais associés à des erreurs de mesure. Enfin, ce niveau d'analyse permet de contrôler d'éventuels biais de sélection dans l'informatisation et l'organisation des postes de travail. Certains travaux mesurant l'impact de l'usage de l'informatique sur les salaires, soulignent en effet la nécessité de contrôler de tels biais de sélection. Les idées sous-jacentes sont soit que les TIC augmentent la productivité des salariés qui les utilisent, soit que ceux-ci ont une rémunération supérieure, car ils présentent des compétences ou des aptitudes, non statistiquement mesurables, mais connues de l'employeur, qui leur permettent d'utiliser plus efficacement les nouvelles technologies. Ainsi, la prime salariale de 10 à 15 % associée à l'utilisation de l'informatique mise en évidence par Krueger (1993), se réduit à l'ordre de 2 % dans les estimations prenant en compte des variables organisationnelles ou mobilisant des données longitudinales (Entorf, Gollac et Kramarz, 1999 ; Di Nardo et Pischke, 1997). Cette disparition progressive de l'effet « informatique » signifie que les ordinateurs ne sont pas attribués aux salariés au hasard. Bien au contraire, la diffusion de l'informatique aux salariés suit une logique tout à fait hiérarchique. En dépit de la massification de l'accès à l'informatique dans les entreprises (on passe de 24 % d'utilisateurs en 1987 à 51 % en 1998), la diffusion des générations les plus avancées d'ordinateurs reste très sélective (Gollac, Greenan, Hamon-Cholet, 2000). De même, de Conninck (1991) montre que l'appariement du salarié à un poste de travail modernisé n'est pas, lui non plus, le fruit du hasard mais le résultat de procédures d'embauche, de mobilité interne et de choix de *design* des postes de travail.

On peut dès lors se demander si la corrélation que l'on observe, au niveau des entreprises, entre équipements informatiques et caractéris-

tiques organisationnelles des postes de travail ne procède pas d'un facteur « caché » qui serait un principe commun de sélection pour l'attribution aux salariés des ordinateurs et des postes de travail ayant des caractéristiques organisationnelles innovantes. L'information obtenue en mobilisant des données concernant les salariés va nous permettre de déterminer quel est ce facteur caché.

Le capital social : un déterminant caché du travail des salariés

Nous proposons d'analyser les effets de sélection dans l'accès à un poste de travail modernisé en tenant compte de la reconfiguration des relations sociales entre les salariés dans un contexte de changements organisationnels. Dans l'entreprise, les salariés sont dans des relations d'interdépendances productives et dans des relations d'interactions sociales. Dès lors, la qualité des interactions sociales peut avoir un effet sur l'activité productive et, inversement, l'activité productive peut contribuer au développement d'interactions sociales. L'entreprise peut donc avoir intérêt à maîtriser les interactions sociales entre ses salariés.

L'origine, le rôle et la dynamique des réseaux de relations sociales sont aujourd'hui couramment analysés en s'appuyant sur la notion de « capital social ». Suivant Gant, Ichniowski et Shaw (2002) et Walkowiak (2004), le capital social d'un individu est le capital humain auquel il peut accéder en interagissant avec d'autres individus. Son accès au capital humain des autres dépend de ses appartenances à des groupes ou à des réseaux dont il peut tirer un bénéfice. Le capital social de la firme est l'agrégation des capitaux sociaux des salariés. Le capital social est donc à la fois une ressource pour les salariés et les entreprises, placés dans leurs relations sociales plus ou moins durables (Adler et Kwon, 2000).

Dans une entreprise hiérarchique ou centralisée, le réseau de communication de l'entreprise est structuré autour des responsables hiérarchiques. L'activité productive est donc principalement influencée par la qualité des interactions que les producteurs directs entretiennent avec leurs supérieurs hiérarchiques et par la qualité des interactions entre responsables hiérarchiques. Le développement des réseaux de communication non hiérarchiques est une conséquence de la diffusion des nouvelles pratiques d'organisation du travail, privilégiant la qualité, la gestion

au plus juste des ressources, les délais serrés, la réduction des niveaux hiérarchiques et le travail en groupe. Dans de telles organisations, le réseau des interactions ayant des conséquences productives s'élargit et se densifie. Les opérateurs sont beaucoup plus en relation les uns avec les autres, car c'est en communiquant avec leurs collègues qu'ils parviennent à résoudre, sans l'aide d'un supérieur hiérarchique, les problèmes opérationnels qu'ils rencontrent (Gant, Ichniowski et Shaw, 2002).

Mais comment évaluer le capital social ? Pour mesurer le capital social des salariés au sein d'une entreprise, il faudrait pouvoir dessiner le graphe des relations sociales que les salariés entretiennent entre eux, ce qui est difficilement réalisable sur une grande échelle. Nous ne sommes donc pas en mesure d'évaluer directement le capital social des salariés interrogés et d'étudier sa distribution en fonction des caractéristiques technologiques et organisationnelles des postes de travail. Notre usage du concept de « capital social » va donc être relativement limité. Dans ce travail, nous allons considérer que les caractéristiques personnelles des salariés peuvent permettre d'approcher de manière indirecte leur capital social.

En effet, alors que la structure organisationnelle du travail renvoie à la distinction par qualification des salariés, la structure relationnelle du travail (le capital social) recouvre la distinction sociale des salariés par groupes d'appartenance à une même communauté (Turner, 2000). Si les groupes d'appartenance étaient uniquement fondés sur les qualifications acquises dans le système éducatif et correspondaient exactement à la division du travail, les deux structures coïncideraient parfaitement. Mais les appartenances sont construites par la société. Turner (2000) fait référence à l'âge, à l'ancienneté, au genre, à la localisation, à la religion, à l'ethnie, à la classe sociale et à l'origine sociale comme des déterminants du capital social. Les relations sociales qu'entretiennent les femmes, les étrangers ou les salariés vivant en zone rurale seraient plus difficiles à valoriser dans le domaine professionnel. Par exemple, Burt (1998) montre que le capital social des femmes est moins valorisé que celui des hommes car elles font face à des problèmes de légitimité. L'ancienneté, parce qu'elle est un vecteur de confiance favorise l'insertion et la mobilisation des réseaux sociaux de communication. Le contexte familial ou une origine sociale favorisée du salarié peuvent également influencer son capital social qui se construit en partie à l'extérieur de l'entreprise. Ainsi, les

caractéristiques personnelles du salarié peuvent influencer la qualité des interactions sociales entre les travailleurs et par ce biais le développement de son capital social. Par ailleurs, le travailleur saura d'autant mieux puiser dans le capital humain des autres travailleurs qu'il possède déjà un capital humain élevé. En ce sens, le capital humain et le capital social sont complémentaires (Coleman, 1990).

Dans cette perspective, en sélectionnant les salariés occupant des postes de travail interconnectés (soit par la technologie soit par l'organisation), les entreprises conservent une maîtrise sur le réseau des relations sociales ayant un effet sur l'activité productive (2). Par exemple, en sélectionnant les salariés devant travailler en équipe, l'entreprise crée des interactions entre les travailleurs. Les choix technologiques peuvent aussi être liés au développement de capital social. Les salariés dotés d'ordinateurs utilisent d'autant plus efficacement cet équipement qu'ils sont insérés dans des réseaux sociaux de communication car c'est en s'appuyant sur leurs relations sociales que les utilisateurs de l'informatique parviennent à configurer leur outil pour qu'il réponde vraiment à leurs besoins (Gollac et Kramarz, 2000). Enfin, la nature même de l'informatique qui fait partie des technologies de communication explique qu'elle peut influencer la configuration du capital social. En dotant les salariés d'ordinateurs, les firmes leur fournissent un nouveau moyen de communication qui peut être utilisé pour maintenir les relations sociales ou en créer de nouvelles.

Au-delà des choix technologiques et organisationnels réalisés par la firme, la composition socio-démographique (sa diversité ou son homogénéité) de la main-d'œuvre est également susceptible d'affecter le développement de capital social. Deux hypothèses sont débattues dans la littérature. D'après Bourdieu (1980) et Coleman (1990), les réseaux sociaux fermés où la proximité sociale entre les individus est forte favorisent le développement du capital social, puisque l'information circule mieux et la confiance est plus forte. Ainsi, des salariés proches en termes de caractéristiques identitaires communiqueraient plus facilement et seraient davantage solidaires. L'homogénéité des salariés au sein de l'entreprise peut donc influencer l'ampleur et la nature des relations sociales qui s'y nouent. *A contrario*, selon Burt (1992), le capital social est plus élevé pour les individus qui savent faire le pont entre différentes communautés. Dans ce cas, le rendement de la communication est plus élevé puisque l'individu obtient une information

non redondante. L'interaction de salariés hétérogènes peut alors favoriser le développement de capital social. Ces deux visions du capital social peuvent être associées à la modernisation des entreprises. D'un côté, l'homogénéité des salariés crée la cohésion et l'action collective qui facilitent l'acceptation du changement. De l'autre, la diversité des salariés engendre la créativité qui est favorable à l'innovation.

Au total, les relations de complémentarité identifiées au niveau de l'entreprise entre équipements informatiques et formes d'organisation du travail innovantes résulteraient en partie de principes communs de sélection, que nous interprétons comme un même processus de sélection par le capital social (3), dans l'attribution des ordinateurs et dans l'appariement entre postes de travail « modernes » et salariés. Nous allons ici supposer que le capital social joue un rôle lorsque les appartenances catégorielles du salarié ou la composition socio-démographique de la main-d'œuvre de l'entreprise interviennent fortement dans l'attribution d'un poste de travail modernisé. Dans ce qui suit, nous allons tester cette hypothèse en utilisant l'enquête sur les *Changements Organisationnels et l'Informatisation* (COI).

La démarche empirique : hypothèses et mesures

Notre hypothèse centrale est donc la suivante : les relations de complémentarité identifiées au niveau de l'entreprise entre équipements informatiques et formes d'organisation du travail innovantes résulteraient en partie de principes communs de sélection, par le « capital social » notamment, dans l'attribution des ordinateurs et dans l'appariement entre postes de travail « modernes » et salariés. Elle peut se décomposer en deux propositions.

Proposition de « sélection » : c'est en fonction de leur capital social que les salariés se voient attribuer des TIC et/ou proposer des postes de travail aux caractéristiques organisationnelles innovantes. Ce principe de sélection par le capi-

2. La modernisation sélective des postes de travail des salariés peut aussi résulter d'un processus d'auto-sélection des salariés.
3. Les processus de sélection dans la modernisation des postes de travail ne se limitent pas à une sélection par le capital social. Les dimensions de la sélection sont multiples (capital économique et culturel, notamment). Néanmoins, se concentrer sur une seule dimension du processus de sélection permet d'exposer simplement sa logique sous-jacente.

tal social est propre aux TIC ; il ne s'observe pas sur les autres technologies.

Proposition de « complémentarité » : les liens de complémentarité que l'on mesure sur le poste de travail entre usage des TIC et caractéristiques organisationnelles innovantes s'expliquent en partie par ce principe de sélection commun par le capital social.

Trois sources ont été mobilisées pour les tester. Premièrement, le volet salariés de l'enquête COI de 1997 (cf. encadré 1), permet de mesurer les caractéristiques techniques et organisationnelles des postes de travail de salariés ayant au moins un an d'ancienneté rattachés à des entreprises industrielles de cinquante salariés et plus. Deuxièmement, le volet entreprises de COI est mobilisé pour identifier le contexte productif de l'entreprise. Troisièmement, le fichier des DADS de 1996 et le panel DADS (4) fournissent des indicateurs sur la composition de la main-d'œuvre et la trajectoire professionnelle des salariés. L'échantillon utilisé dans ce travail regroupe 2 330 entreprises et 4 067 salariés rattachés à ces entreprises.

Une manière de cerner les spécificités de l'informatique consiste à examiner les relations qu'elle entretient avec les caractéristiques organisationnelles du travail. Mais il est aussi intéressant de pouvoir comparer l'informatique à d'autres générations de technologie afin d'identifier les formes de rupture qu'elle génère. Dans l'enquête COI, cela est possible pour les machines ou installations automatiques. Pour l'*informatique* comme pour les *machines automatiques*, trois indicateurs (5) permettent de cerner l'usage des technologies (cf. tableau 1-A).

- L'utilisation de chacun des équipements est renseignée par la variable « utiliser ».

- La diversité des usages fournit une information plus précise que le fait d'utiliser un équipement. L'indicateur « NBOI » mesure la coexistence possible de neuf TIC sur un même poste de travail (terminal, micro-ordinateur fixe, portable, connexion intranet, connexion Internet, EDI, fax, minitel, téléphonie mobile). *A priori*, un nombre élevé de TIC sur un poste de travail traduit plutôt un usage avancé de l'informatique. Quant à la diversité des usages pour les machines automatiques, elle est mesurée par la diversité des fonctions (6) qu'elles exercent (« NBMO »). Il s'agit d'un degré de complexité de la machine elle-même plutôt que d'un degré de complexité de son usage.

- La variable « durée » mesure la durée quotidienne d'utilisation.

Du côté du *système de production*, les salariés deviendraient plus polyvalents et/ou polycompétents (Carmichael et Mac Leod, 1993 ; Lindbeck et Snower, 1996), plus autonomes (Caroli, Greenan et Guellec, 2001) et plus interdépendants dans leur travail (Kremer et Maskin, 1996). Par ailleurs, si les contraintes hiérarchiques tendent à s'atténuer, d'autres contraintes les relaient, liées à des interdépendances de nature horizontale plutôt que verticale. Les différents composants d'un produit étant solidaires dans le produit final, la définition d'objectifs de qualité rend le travail des uns plus sensible à celui des autres. De même, si les individus au sein des collectifs de travail doivent s'ajuster mutuellement et transférer leurs connaissances, alors le travail d'un individu est plus étroitement dépendant de celui de ses collègues. La participation au travail en groupe ou le fait de transférer ses connaissances lors d'activités de formation peuvent témoigner de ce type d'interdépendance. Les travaux de sociologie centrés sur les conditions de travail montrent également que ces réorganisations engendrent une accumulation des contraintes industrielles (liées aux machines, au processus de production) et marchandes (liées aux clients) pesant sur le rythme de travail (Gollac et Volkoff, 1996). Ces deux contraintes sont horizontales mais la première, cristallisée dans les équipements, est traditionnelle, alors que la seconde serait plus moderne et liée au principe de pilotage des flux productifs par l'aval. La superposition de ces deux contraintes serait ainsi liée aux nouvelles formes d'organisations du travail comme les organisations en juste-à-temps (JAT). Finalement, nous mesurons six caractéristiques organisationnelles associées au système de production (cf. tableau 1-A).

Du côté du *système d'information*, les travaux théoriques montrent que les nouvelles prati-

4. Pour une présentation et une exploitation du panel DADS, cf. Le Minez et Roux (2002).

5. Pour davantage d'information sur la construction des indicateurs et les questions de l'enquête utilisées se référer à Greenan et Walkowiak (2004). Pour des statistiques descriptives complémentaires concernant les indicateurs d'informatisation et d'organisation que nous mesurons, cf. Greenan, Hamon-Cholet et Walkowiak (2003).

6. L'enquête recense neuf fonctions différentes : 1) l'usinage, le formage, le laminage et les autres transformations de la matière, 2) l'assemblage-montage-soudage, 3) la peinture et les traitements de surface, 4) les mélanges, cuisson et autres transformations chimiques de la matière, 5) les éprouves, tests et contrôles, 6) le conditionnement et l'emballage, 7) la manutention et le stockage, 8) l'imprimerie et la reprographie, 9) le découpage, le blanchissage, la couture, la confection.

Tableau 1
Les variables

A - Les variables dépendantes

Informatique	Machine automatique
« Utiliser » l'informatique	« Utiliser » une machine automatique
« NBOI » Diversité des usages des TIC	« NBMO » Diversité des usages des machines automatiques
« Durée » quotidienne d'utilisation de l'informatique	« Durée » d'utilisation de la machine automatique
Variables associées au système de production	Variables associées au système d'information
« Autonomie » mesure l'autonomie	« Verticale » mesure l'intensité de la communication avec les chefs
« Être chef » mesure le fait d'avoir des responsabilités hiérarchiques	« Horizontale » mesure l'intensité de la communication avec les collègues proches
« Former » mesure le fait de former des nouveaux salariés à la tenue du poste de travail	« Autres services » mesure l'intensité de la communication avec les collègues éloignés
« Normes de qualité » mesure le fait de suivre des normes de qualité	« Extérieur » mesure l'intensité de la communication avec des personnes extérieures à l'entreprise
« Travail en groupe » mesure la participation au travail en groupe	« Réunion » mesure la fréquence des réunions
« Intensité » mesure l'intensité du travail	« Papier » mesure la formalisation de consigne par écrit (1)

1. L'écrit est un indicateur de formalisation de la communication, mais c'est aussi une étape de codification préalable nécessaire à l'usage des technologies de l'information. Comme l'écrit, les normes de qualité génèrent aussi une formalisation, mais du côté du système de production. Bien que plus souvent associée à la bureaucratie qu'aux nouvelles formes d'organisation dans la littérature théorique sur les organisations, la formalisation tend à gagner du terrain dans les entreprises qui se réorganisent.

B- Les variables explicatives

Variables mesurées au niveau « salariés »	
Le genre	Homme (Réf.)/femme
La nationalité	Française (Réf.)/étrangère
La localisation de l'habitation	En zone urbaine (Réf.)/rurale
L'âge	Variable continue
L'ancienneté	Variable continue
L'âge de fin d'études	Variable continue
La formation au poste de travail	Avoir reçu (Réf.) ou non une formation
La situation conjugale	Célibataire, en couple avec un actif (Réf.), en couple avec une personne sans emploi
La profession du père	Agriculteur-artisan, cadre-profession intermédiaire, non qualifié ou inactif ((Réf.))
La profession de la mère	Inactive (Réf.), active
Le nombre d'entreprises pour lesquelles le salarié a travaillé	Variable continue
Le nombre de catégories socioprofessionnelles (CS) dans la trajectoire du salarié	Variable continue
Variables mesurées au niveau « entreprises »	
Le logarithme de la taille	Variable continue
Le nombre de niveaux hiérarchiques entre l'opérateur et le chef d'entreprise	Variable continue
L'intensité technologique de leur secteur (calculée en fonction du ratio des dépenses R&D/valeur ajoutée de l'OCDE)	Haute, moyenne-haute, moyenne-faible (Réf.), faible, IAA
La localisation de l'établissement	En zone urbaine (Réf.)/rurale
La diversité des catégories socioprofessionnelles	4 CS ont été considérées : cadre/employé/profession intermédiaire/ouvrier
La diversité des genres	
La diversité des nationalités.	Calculée à partir de la distinction entre français et étrangers
La diversité des âges	Avec 5 catégories (moins de 26 ans/26 à 30 ans/30 à 38 ans/38 à 50 ans/plus de 50 ans)

Lecture : les variables explicatives sont parfois appelées variables de contrôle.
« Réf. » désigne la modalité de référence pour les variables qualitatives.

ques organisationnelles propres aux années 1990 favoriseraient plutôt une décentralisation de l'information utilisée par l'entreprise, le développement de savoirs locaux, en partie tacites (Carter, 1995), un traitement de l'information en réseau et s'appuyant sur des communications horizontales (Aoki, 1990 ; Bolton et Dewatripont, 1994). Certains modèles théoriques se distinguent cependant en décrivant un approfondissement de la logique hiérarchique plutôt qu'une « décentralisation » (Otani, 1996), qui peut être corroboré par certaines observations (Brousseau et Rallet, 1998). Nous mesurons six variables qui peuvent être associées au système d'information (cf. tableau 1-A).

Les variables identifiant les effets de sélection (ou, dit autrement, les déterminants) de l'attribution des technologies et de l'appariement entre salariés et postes de travail sont présentées dans le tableau 1-B. Il s'agit de variables qui caractérisent le salarié et de variables qui décrivent l'entreprise à laquelle il est rattaché.

Le genre, la nationalité, la localisation, l'âge, l'ancienneté, la situation maritale du salarié, son origine sociale (profession du père et de la mère) et sa trajectoire professionnelle (nombre d'entreprises et de catégories socioprofessionnelles) constituent des indicateurs indirects du capital social individuel. L'âge de fin d'étude du salarié et la formation qu'il a reçue par l'entreprise constituent des indicateurs de son capital humain.

À côté de variables donnant des informations sur les caractéristiques générales de la firme, quatre indicateurs de diversité sont construits. En effet, la diversité (ou inversement, l'homogénéité) de la main-d'œuvre joue un rôle dans la forme d'accumulation du capital social intra organisationnel de l'entreprise. Le principe de construction de ces indicateurs continus est donné dans l'annexe 1.

Les régressions conduites pour tester les propositions de « sélection » et de « complémentarité » sont présentées dans l'encadré 2.

L'identification des effets de sélection

Quelle est la logique de diffusion des TIC ? Cette logique de diffusion est-elle spécifique aux équipements informatiques ou s'ob-

serve-t-elle également pour les machines automatiques ? Les déterminants de l'attribution d'un ordinateur sont-ils comparables à ceux concernant les caractéristiques organisationnelles des postes de travail ?

L'informatique et les machines automatiques ne sont pas attribuées selon les mêmes règles

Une première différence centrale entre les technologies informatiques et industrielles concerne le rôle de la catégorie socioprofessionnelle (cf. tableau 2-A). Si les cadres ne constituent pas la catégorie socioprofessionnelle qui utilise le plus souvent et le plus longtemps l'informatique, ce sont eux qui cumulent le plus les TIC (variable NBOI). À l'opposé, les ouvriers non qualifiés représentent la catégorie la moins utilisatrice de l'informatique. Ainsi, à l'exception des employés, l'attribution de l'informatique semble suivre la ligne tracée par la division hiérarchique du travail. Les catégories les plus utilisatrices de l'informatique, et plus largement des TIC, sont également celles qui ont les positions les plus élevées dans la hiérarchie des métiers.

Pour les machines automatiques, la logique de diffusion selon la qualification est inversée. Les ouvriers non qualifiés sont les plus fréquemment équipés, suivis des ouvriers qualifiés, puis des professions intermédiaires. Ouvriers qualifiés et non qualifiés ne se distinguent pas par leur durée d'utilisation des machines automatiques, mais les professions intermédiaires travaillent moins longtemps dessus et ce sont les ouvriers les moins qualifiés qui utilisent des machines dont les fonctionnalités sont variées (variable NBMO).

Examinons à présent le rôle joué par les caractéristiques personnelles des salariés dans l'attribution des technologies (cf. tableau 2-B). L'informatique et les machines automatiques ont deux déterminants communs : l'âge qui défavorise l'usage des technologies et le fait d'avoir reçu une formation spécifique au poste de travail qui favorise un usage plus fréquent et la diversité ou la complexité des technologies utilisées.

L'effet du genre varie en fonction de la nature de l'outil. Les femmes utilisent moins souvent les machines automatiques et ces machines remplissent moins de fonctionnalités que celles utilisées par les hommes. Par contre, pour l'informatique, le genre n'interagit qu'avec la durée d'utilisation et cette interaction est positive : les

Tableau 2
Les effets de sélection dans l'utilisation des technologies informatiques et industrielles

A - Classement des utilisateurs des équipements en fonction de leur catégorie socioprofessionnelle

	Cadres	Employés	Professions intermédiaires	Ouvriers qualifiés	Ouvriers non qualifiés
TIC					
Utiliser	2	1	3	4	5
Cumul des TIC (NBOI)	1	2	3	4	5
Durée d'utilisation (pour les utilisateurs)	2	1	3	4	4
Machines automatiques					
Utiliser	3	4	2	2	1
Cumul des machines (NBMO)	4	5	3	2	1
Durée d'utilisation (pour les utilisateurs)	-	-	2	1	1

Lecture : soit la ligne « utiliser » : toutes choses égales par ailleurs, les employés constituent la catégorie socioprofessionnelle qui utilise le plus l'informatique, suivie respectivement par les cadres, les professions intermédiaires, puis les ouvriers qualifiés et non qualifiés. Lorsqu'aucun effet n'est indiqué, les résultats ne sont pas significatifs au seuil de 10 %. Les cadres et les employés étant trop peu nombreux à utiliser une machine automatique, ils ne sont pas classés en ce qui concerne la durée d'utilisation d'une machine.

B - L'effet des caractéristiques personnelles du salarié sur l'utilisation des équipements

	TIC			Machines automatiques		
	Utiliser	NBOI	Durée	Utiliser	NBMO	Durée
Les déterminants communs aux TIC et aux machines automatiques						
Âge	-	-	-	-	-	-
Formé au poste	+	+		+	+	-
Les déterminants qui différencient les utilisateurs des TIC et des machines automatiques						
Femme (Réf. : homme)			+	-	-	
Localisation rurale (Réf. : urbaine)						+
Ancienneté	+					
Âge fin d'études	+	+		-		-
Père agriculteur ou artisan (Réf. : non qualifié)			-			
Père cadre ou profession intermédiaire	+	+		-	-	
Nombre d'entreprises	-					+
Nombre de catégories socioprofessionnelles	+	+				-

Lecture : soit la ligne « âge » : toutes choses égales par ailleurs, la probabilité d'utiliser un ordinateur ou une machine automatique décroît avec l'âge du salarié. Lorsqu'aucun effet n'est indiqué, les résultats ne sont pas significatifs au seuil de 10 %. La durée d'utilisation est mesurée sur le sous-échantillon des utilisateurs de l'équipement.

C - Les effets de la diversité de la main-d'œuvre sur l'utilisation des équipements

Diversité des...	TIC			Machines automatiques		
	Utiliser	NBOI	Durée	Utiliser	NBMO	Durée
...Catégories socioprofessionnelles	+	+	+	-		-
...Genre				+	+	
...Nationalité				+	+	
...Âge	-	-	-			

Lecture : soit la ligne « catégories socioprofessionnelles » : toutes choses égales par ailleurs, la probabilité d'utiliser un ordinateur augmente avec la diversité des catégories socioprofessionnelles au sein de l'entreprise, alors qu'elle diminue quand pour l'utilisation d'une machine automatique.

La durée d'utilisation est mesurée sur le sous-échantillon des utilisateurs de l'équipement. Lorsqu'aucun effet n'est indiqué, les résultats ne sont pas significatifs au seuil de 10 %.

Champ : salariés stables (un an d'ancienneté) des entreprises industrielles de cinquante salariés et plus.

Source : enquête COI, 1997, volet salariés (Dares) et entreprises (Sessi, Scees) appariées DADS. Ces tableaux sont extraits du tableau de l'annexe 3.

usages féminins de l'informatique sont plus routiniers que les usages masculins (7).

Les utilisateurs d'informatique et de machines automatiques s'opposent quant à leur origine sociale : les pères des premiers sont plus souvent cadres et professions intermédiaires tandis qu'ils le sont moins souvent pour les seconds.

L'informatique réagit plus que les machines automatiques à l'ancienneté et à la trajectoire professionnelle des salariés (nombre de CS occupées par le salarié et nombre d'entreprises pour lesquelles il a travaillé). C'est ce qui nous fait dire que les ordinateurs sont davantage attribués à des personnes, en fonction de leur passé

professionnel, tandis que les machines automatiques sont attribuées à des postes de travail. Un salarié « informatisé » type est un diplômé ; il a de l'ancienneté ; son père est cadre ou profession intermédiaire ; il est sur une trajectoire professionnelle ascendante au sein de l'entreprise. En résumé, c'est un salarié qui a une bonne dotation en capital social.

7. On observe un impact du genre sur la probabilité d'utiliser l'informatique lorsque les régressions sont menées au sein des catégories socioprofessionnelles. On observe alors que tout comme pour les machines automatiques, les ouvrières sont moins souvent utilisatrices que les ouvriers. Par contre, lorsqu'elles sont cadres, employées ou professions intermédiaires, les femmes ont une probabilité plus élevée d'utiliser l'informatique que les hommes.

Encadré 2

TESTER LES HYPOTHÈSES « SÉLECTION » ET « COMPLÉMENTARITÉ »

Pour tester empiriquement la proposition « sélection », nous allons expliquer les caractéristiques technologiques et organisationnelles des postes de travail par l'ensemble des variables de sélection et vérifier si celles que nous pensons corrélées au capital social jouent dans le sens attendu. La spécificité du principe de sélection dans l'usage de l'informatique sera ensuite vérifiée en confrontant les résultats obtenus pour l'usage de l'informatique avec ceux obtenus pour l'usage de machines automatiques.

Les variables dépendantes Y_i étudiées, pour le salarié i , sont successivement les variables technologiques et organisationnelles.

La plupart de ces variables (cf. tableau 1-A) sont dichotomiques. Par exemple, la variable « être autonome » (Y_i) prend la modalité 1 quand la marge d'initiative du salarié, variable latente qui lui est sous-jacente (y_i), dépasse un certain seuil, la modalité 0 sinon. On peut écrire la relation théorique suivante :

$$y_i = \alpha \cdot SELECT_i + v_i$$

où $SELECT_i$ est le vecteur des variables de sélection (cf. tableau 1-B) et α le vecteur des coefficients estimés qui lui est associé et v_i , une perturbation. On n'observe pas y_i mais Y_i . En supposant que v_i suive une loi logistique, on peut procéder à une régression de type logistique (« modèle *Logit* »).

En revanche, pour les variables dépendantes continues (« NBOI », « NBMO » et les durées d'utilisation) nous avons estimé des régressions linéaires.

Les résultats des estimations s'interprètent en termes d'écart à une population de référence. Les variables continues ont été standardisées sur l'échantillon total de salariés et le mode sur cet échantillon est pris comme référence pour les variables qualitatives. C'est donc l'individu moyen de l'échantillon total qui définit la population de référence.

Les résultats de ces estimations sont d'abord disponibles dans les annexes 3 et 4, les résultats les plus importants étant présentés dans les tableaux 2 et 3.

Pour tester la proposition « complémentarité », nous avons tout d'abord mesuré les écarts de fréquence pour les différentes variables décrivant l'organisation selon que le salarié utilise ou non l'informatique ou une machine automatique (cf. la première des couples de ligne du tableau 5). Un écart de fréquence significatif témoigne d'une corrélation entre les caractéristiques organisationnelles du poste de travail et l'usage des technologies qui peut être interprétée comme une complémentarité. Nous utilisons ensuite un modèle d'appariement sélectif afin de neutraliser les effets de sélection. Issus des travaux de Rubin (1977), ces modèles étaient originellement utilisés pour étudier l'efficacité des traitements médicaux sur des échantillons non expérimentaux. Ils ont ensuite été appliqués en économie (1) (cf. annexe 2). Dans notre problématique, le fait d'utiliser un ordinateur est l'équivalent du fait de suivre un traitement médical. Les caractéristiques organisationnelles du poste de travail sont assimilées à des indicateurs de performance du traitement. Pour éviter les biais de sélection, on effectue donc un appariement sélectif, qui suppose la construction, à partir de la population des salariés non équipés en informatique, d'une population jumelle de celle des utilisateurs. Nos critères d'appariement sont les critères de sélection ($SELECT$). Les coefficients ainsi obtenus (cf. la seconde des couples de ligne du tableau 5) mesurent l'effet causal de l'usage de la technologie sur l'organisation du poste de travail. Finalement, nous discuterons la proposition « complémentarité » en comparant les écarts de fréquence avec et sans essai de neutralisation des effets de sélection.

1. Nous remercions Emmanuel Duguet pour avoir bien voulu mettre ses programmes à notre disposition. Réalisés sous SAS IML, ces programmes calculent les estimateurs à noyau proposés par Heckman, Ichimura et Todd (1998). Duguet (2003) utilise un modèle d'appariement sélectif pour analyser les effets du dispositif de crédit d'impôt recherche.

Dans l'ensemble des utilisateurs de machines automatiques, la trajectoire professionnelle ne joue pas dans l'accès à l'équipement, mais elle discrimine les usages longs des usages courts. Les opérateurs de machines automatiques ayant les durées d'utilisation les plus élevées sont peu diplômés, ils habitent plus souvent en zone rurale et ils ont changé plus souvent d'entreprise que les autres sans pour autant évoluer professionnellement vers d'autres métiers. Ils s'opposent donc aux utilisateurs d'informatique du point de vue de leur dotation en capital social.

Enfin, les liens entre la composition socio-démographique de la main-d'œuvre et l'usage des technologies opposent également l'informatique et les machines automatiques (cf. tableau 2-C). Les machines automatiques sont plus souvent utilisées dans les entreprises ayant une main-d'œuvre plutôt homogène du point de vue des CS, avec une part importante d'ouvriers, mais plutôt mixte du point de vue des genres et des nationalités (8). *A contrario*, l'usage de l'informatique est plus développé dans les entreprises mixtes du point de vue des CS et homogènes du point de vue des âges quelle que soit la composition en genre et en nationalité de la main-d'œuvre. Ces effets différenciés de l'hétérogénéité de la main-d'œuvre pour l'usage de machines automatiques et de l'informatique peuvent refléter des modalités différentes d'accumulation du capital social au niveau de la firme. L'homogénéité des CS pourrait indiquer que les entreprises dont les salariés utilisent des machines automatiques s'appuient sur des collectifs structurés autour d'un petit nombre de métiers. À l'inverse, dans les entreprises dont les salariés utilisent l'informatique, la diversité des CS implique une certaine hétérogénéité de la main-d'œuvre, favorable à la créativité et à l'innovation, tandis que l'homogénéité des âges peut faciliter les réseaux d'échanges autour de l'outil technique, qui jouent un rôle central dans l'apprentissage d'une technologie comme l'informatique (Gollac, 1996).

Au total, les variables liées au développement du capital social sont des déterminants importants de l'équipement informatique des postes de travail. Ce principe de sélection, semble spécifique à l'informatique (9). Ces résultats appuient la proposition « sélection ».

Organisation du travail et informatique : une logique de diffusion similaire

Tout comme pour l'informatique, la catégorie socioprofessionnelle du salarié est un critère

structurant des caractéristiques organisationnelles de son poste de travail. Nous distinguons deux configurations innovantes dans l'organisation des postes de travail, le modèle du cadre et celui du travailleur de production (Greenan, Hamon-Cholet et Walkowiak, 2003), ainsi que les facteurs influençant la diffusion de chacune des deux (cf. tableau 3-A).

Plus le salarié occupe une position élevée dans la division verticale du travail, plus l'autonomie, l'encadrement, la communication avec d'autres services et l'extérieur ainsi que le nombre de réunions sont fréquents. On peut donc dire que ces caractéristiques identifient un rapport au travail construit sur le *modèle du cadre*. Ces caractéristiques organisationnelles sont identifiées au modèle du cadre parce qu'elles sont à la fois positivement corrélées à la profession de cadre et négativement corrélées à la profession des ouvriers non qualifiés. Une des tendances de l'évolution du travail est la diffusion de ce modèle à l'ensemble des métiers.

Les caractéristiques organisationnelles associées au *modèle du travailleur de production* traduisent, quant à elles, l'opposition qui existe entre l'organisation du travail des travailleurs de la production directe (professions intermédiaires et ouvriers) et celle de l'administration (cadres et employés). Pour le suivi de normes de qualité, le travail en groupe et la communication horizontale, les coefficients estimés associés aux professions d'ouvriers et d'employés sont de signes opposés. On observe une opposition similaire entre les professions intermédiaires et les cadres pour le suivi de normes de qualité et l'intensité du travail. Ainsi, le suivi de normes de qualité, le travail en groupe, l'intensité du travail et la communication horizontale sont plutôt des traits des métiers de production directe. La diffusion de ce modèle innovant du travailleur de production (dont les ouvriers qualifiés pris comme référence peuvent être considérés comme la figure embléma-

8. Ce résultat nous surprend car nous nous attendions à trouver une homogénéité des genres. Il faudrait examiner les choses plus finement pour comprendre ce qui se passe et notamment caractériser ces situations de mixité en termes d'appartenance sectorielle et d'activité de l'entreprise.

9. Les résultats sont similaires lorsqu'on travaille sur le sous-échantillon des salariés directs (professions intermédiaires et ouvriers), à trois exceptions près. Sur l'échantillon des salariés directs : les femmes utilisent moins souvent l'informatique que les hommes, les salariés habitant en zone rurale utilisent moins souvent l'informatique que ceux vivant en zone urbaine, l'homogénéité des nationalités des salariés au sein de la firme favorise l'usage de l'informatique. Aucune des ces variables n'est significative sur l'échantillon total. Les déterminants de l'usage d'une machine automatique sont identiques, que l'on travaille sur l'échantillon total ou sur le sous-échantillon des salariés directs.

Tableau 3
Les effets de sélection dans l'organisation du travail

A - Modèle du cadre et modèle du travailleur de production

	Cadres	Employés	Professions intermédiaires	Ouvriers qualifiés	Ouvriers non qualifiés
Modèle du cadre					
Autonomie	++	=	+	Réf.	-
Encadrement hiérarchique	++	-	+	Réf.	--
Communication avec les autres services	++	=	+	Réf.	-
Communication avec l'extérieur	+++	+	++	Réf.	-
Réunion	++	-	+	Réf.	--
Modèle du travailleur de production					
Norme de qualité	-	--	+	Réf.	++
Travail en groupe	+	--	+	Réf.	=
Intensité	-	=	+	Réf.	=
Communication horizontale	+	--	+	Réf.	=
Autres caractéristiques organisationnelles qui sont largement diffusées					
Former	=	=	=	Réf.	=
Communication verticale	=	=	+	Réf.	=
Papier	=	+	++	Réf.	-

Lecture : soit la ligne « autonomie » : toutes choses égales par ailleurs, les cadres et les professions intermédiaires sont plus autonomes que les ouvriers qualifiés. En revanche, les ouvriers non qualifiés sont moins autonomes que les ouvriers qualifiés. Lorsqu'aucun effet n'est indiqué, les résultats ne sont pas significatifs au seuil de 10 %.

B - L'effet des caractéristiques personnelles sur la diffusion des modèles du cadre et du travailleur de production

	Modèle du cadre				Modèle du travailleur de production				
	Auto-nomie	Chef	Intensité communication		Réunion	Norme qualité	Travail en groupe	Intensité	Intensité com. horizontale
			Autres services	Extérieur					
Les déterminants communs au modèle du cadre et au modèle du travailleur de production									
Formé au poste	+	+	+	+	+	+	+		+
Ancienneté	+	+					+		
Femme (Réf. : homme)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Etranger (Réf. : Français)	-	-			-	-		-	
Conjoint actif (Réf. : célibataire)	+	+							
Conjoint inactif		+				+			
Père agri. ou arti. (Réf. : non qual.)	-		-				-	-	
Cadre ou PI	+						+	+	
Les déterminants qui différencient le modèle du cadre du modèle du travailleur de production									
Âge fin d'études	+		+	+	+				
Nombre d'entreprises		-		+			-	+	-
Nombre de CS		+	+		+				+
Âge						-	-		-

Lecture : soit la ligne « formé au poste » : toutes choses égales par ailleurs, avoir reçu une formation pour faire son travail augmente la probabilité d'être autonome, d'avoir des responsabilités hiérarchiques, de communiquer intensément avec les autres services, l'extérieur et des collègues proches, de participer à des réunions, de suivre des normes de qualité et travailler en groupe. Lorsqu'aucun effet n'est indiqué, les résultats ne sont pas significatifs au seuil de 10 %.

C - Les effets de la diversité de la main-d'œuvre sur la diffusion des modèles du cadre et du travailleur de production

Diversité des...	Modèle du cadre				Modèle du travailleur de production				
	Autonomie	Chef	Intensité communication		Réunion	Norme qualité	Travail en groupe	Intensité	Intensité com. horizontale
			Autres services	Extérieur					
Catégories socioprofessionnelles		-		+	+	-			
Genre							-		-
Nationalité	-	+							-
Âge		-			-			-	-

Lecture : soit la ligne « catégories socioprofessionnelles » : toutes choses égales par ailleurs la probabilité de participer fréquemment à des réunions et de communiquer intensément avec l'extérieur augmente avec la diversité des catégories socioprofessionnelles au sein de l'entreprise alors que la probabilité d'encadrer d'autres salariés et de suivre des normes de qualité diminue avec cette même diversité. Lorsqu'aucun effet n'est indiqué, les résultats ne sont pas significatifs au seuil de 10 %.

Champ : salariés stables (un an d'ancienneté) des entreprises industrielles de cinquante salariés et plus.

Source : enquête COL, 1997, volet salariés (Dares) et entreprises (Sessi, Sceaux) appariées DADS. Ces tableaux sont extraits des tableaux A et B de l'annexe 4.

tique) constitue une tendance complémentaire de l'évolution du travail.

Enfin, le fait de former ses collègues à la tenue de leur poste de travail, l'intensité de la communication verticale ou le fait de recevoir des consignes par écrit ne peuvent pas être rattachés aux deux modèles que nous venons d'identifier. En effet, ces caractéristiques organisationnelles ne sont ni spécifiquement associées aux professions d'encadrement, ni spécifiquement associées aux métiers de production directe. Cela s'explique par le fait que ces caractéristiques organisationnelles sont déjà largement diffusées, puisqu'au point moyen de l'échantillon, la probabilité de participer à des activités de formation est de 63 %, celle de recevoir des instructions par écrit, de 71 %, et celle d'entretenir une communication intense avec leur supérieur hiérarchique, de 50 %.

Les modèles du cadre et du travailleur de production ont d'abord un ensemble de déterminants communs associés aux caractéristiques personnelles du salarié (cf. tableau 3-B, première partie). Le salarié type d'un poste de travail aux caractéristiques organisationnelles innovantes a été formé par l'entreprise pour réaliser sa tâche principale. C'est un homme vivant en couple, de nationalité française qui a de l'ancienneté dans l'entreprise. Il a généralement un père qui est cadre ou profession intermédiaire et très rarement un père agriculteur ou artisan.

Dans la littérature économique, les réorganisations dans le travail sont souvent considérées comme offrant de nouvelles opportunités professionnelles aux femmes (Lindbeck, 1999), en raison de l'importance accordée aux relations interpersonnelles, à la communication et à la réduction du rôle de l'autorité face aux dynamiques collectives. On observe qu'il n'en est rien au sein de la main-d'œuvre stable des entreprises de plus de cinquante salariés de l'industrie manufacturière. Par rapport aux hommes, les femmes sont moins autonomes, ont moins de responsabilités hiérarchiques, forment moins souvent les nouveaux salariés, suivent moins souvent des normes de qualité, travaillent moins souvent en groupe, ont un travail moins intense, communiquent moins fréquemment avec leurs collègues proches ou éloignés et avec l'extérieur, participent moins souvent à des réunions et reçoivent moins d'indications par écrit. Cela pourrait s'expliquer par la moindre valorisation du capital social des femmes dans le domaine professionnel soulignée par Burt (1998). Ce résultat invite à souligner la nature inégalitaire

des réorganisations des postes de travail, que l'on retrouve également en ce qui concerne la nationalité. Il serait intéressant de vérifier si la modernisation des postes de travail est un déterminant de la discrimination sur la trajectoire professionnelle des salariés soulignée dans certaines études.

Le modèle du cadre et celui du travailleur de production ont également un ensemble de déterminants propres (cf. tableau 3-B, deuxième partie).

Le niveau de diplôme et/ou une trajectoire professionnelle ascendante (que l'on approxime par le nombre de CS occupées) favorisent le modèle du cadre. Tout comme le salarié informatisé type, le salarié travaillant selon le modèle du cadre est diplômé ; son père est cadre ou profession intermédiaire ; il est sur une trajectoire professionnelle ascendante. Il a une bonne dotation en capital social. Ainsi, la dotation en capital social des salariés ayant un rapport au travail construit sur le modèle du cadre semble en partie extérieure à l'entreprise et fortement liée à la profession. Cette forme d'accumulation du capital social peut être associée à la définition de Burt (1992).

Le modèle du travailleur de production n'est pas lié à la trajectoire professionnelle du salarié, ni à son niveau d'éducation. En revanche, l'âge des travailleurs défavorise l'accès à un poste présentant ces caractéristiques.

Enfin, on observe que, lorsque les liens sont significatifs, les caractéristiques organisationnelles associées au modèle du cadre sont généralement positivement liées à la diversité des CS (10) et à l'homogénéité des âges dans l'entreprise comme pour l'usage de l'informatique (cf. tableau 3-C). Le modèle du travailleur de production est, quant à lui, associé à l'homogénéité de la main-d'œuvre (genres, des nationalités ou des âges). En particulier, nous observons que l'intensité de la communication est fortement associée à l'homogénéité de la main-d'œuvre. Ce résultat fait écho à une forme d'accumulation du capital social fondée sur la cohésion du groupe.

Finalement, les logiques de sélection sous-jacentes à la diffusion des TIC et des caractéristiques d'organisation du travail du modèle du cadre ont plusieurs similitudes : le rôle joué

10. On observe une exception pour les responsabilités hiérarchiques (variable chef).

par les caractéristiques personnelles du salarié, notamment sa trajectoire professionnelle, le rôle joué par la diversité des CS et l'homogénéité des âges. Ceci appuie la proposition « sélection ». En revanche, la similitude est moins nette entre le modèle du travailleur de production et l'usage d'une machine automatique.

Informatique et organisation du travail : relation de complémentarité ou principes communs de sélection ?

Les liens entre technologie et organisation sont-ils homogènes pour l'informatique et les machines automatiques ? Ces liens viennent-ils d'une corrélation intrinsèque entre informatisation et organisation du travail ou bien de la façon dont les salariés sont sélectionnés pour occuper un poste de travail modernisé ?

L'informatique reste l'outil privilégié de transformations des méthodes de travail

L'usage de l'informatique semble associé à un enrichissement des méthodes de travail. En effet, les corrélations entre l'usage de l'informatique et les caractéristiques organisationnelles des postes de travail sont toujours positives (11). L'usage de l'informatique va de pair avec davantage d'autonomie, de tâches indirectes et de communication (cf. tableau 4-A). En première analyse, la proposition « complémentarité » semblerait donc bien vérifiée : les TIC sont positivement liées aux caractéristiques innovantes des postes de travail.

L'informatique représente-t-elle une rupture par rapport aux machines automatiques ? Dès 1974, Braverman soutenait la thèse selon laquelle l'automatisation des machines tendait à cantonner les travailleurs qualifiés à un travail semi ou non qualifié et à développer les besoins en managers et professionnels pour choisir les projets et contrôler le travail. Ce n'est pas cette forme d'usage qui est la plus fréquente en 1997, chez les salariés stables des entreprises industrielles. Comme l'usage de l'informatique, celui des machines automatiques est positivement corrélé à la plupart des caractéristiques organisationnelles innovantes relative au système de production et à l'intensité de la communication de proximité, avec le chef et les collègues. Ces

technologies tendraient donc plutôt à enrichir le travail des salariés directs. Une exception doit cependant être soulignée : les professions intermédiaires utilisatrices de machines automatique ont une marge d'initiative plus réduite que les non utilisatrices (12).

Néanmoins, l'informatique reste bien l'outil privilégié de la transformation des méthodes de travail pour toutes les catégories de salariés. En effet, elle se diffuse auprès de l'ensemble des catégories de main-d'œuvre, alors que les machines automatiques ne pénètrent pas l'univers des employés et des cadres de l'industrie. Mais surtout, elle diffère des machines automatiques principalement par l'effet qu'elle exerce sur les variables de communication. Alors que l'utilisation d'une machine automatique renforce uniquement l'intensité de la communication horizontale et verticale chez les salariés de production, l'informatique affecte toutes les formes de communication chez les professions intermédiaires et les ouvriers, à l'exception des communications verticales et horizontales chez les ouvriers non qualifiés (cf. deuxième partie du tableau 4-A).

L'informatique favorise la diffusion du modèle d'organisation du travail du cadre chez les ouvriers

Les liens entre l'informatique et l'organisation du travail dépendent de la catégorie socioprofessionnelle considérée. Ainsi, les corrélations entre l'usage de l'informatique et l'organisation du travail, obtenues sur l'échantillon total des salariés, caractérisent rarement le travail des cadres et des employés (cf. colonnes « Cadres » et « Employés » du tableau 4-A). L'insertion des cadres dans l'organisation du travail semble relativement indépendante de leur usage de l'informatique. En ce sens, l'informatique serait plus simple à mettre en œuvre chez les cadres qu'au sein des professions où cette technologie est corrélée à l'organisation du travail. Ce résultat tend également à montrer que les caractéristiques de l'organisation du travail que nous mesurons sont relativement peu innovantes pour les cadres.

11. On observe une exception : les professions intermédiaires occupent moins souvent une position d'encadrement lorsqu'elles utilisent l'informatique, mais ce résultat ne se maintient pas dès que l'on introduit des variables de contrôle.

12. Ces derniers résultats sont cependant fragiles : ils ne s'observent plus au sein des catégories socio-professionnelles et lorsque l'on utilise l'estimateur à noyau du modèle d'appariement sélectif. La déqualification de la main-d'œuvre semble davantage liée au non accès à l'informatique et aux machines automatiques plutôt qu'à leur usage.

Tableau 4
Les liens entre l'usage des technologies et l'organisation du travail

A - Les corrélations entre l'usage de la technologie et l'organisation du travail

	Utiliser l'informatique					Utiliser une machine automatique		
	Cadres	Employés	PI	OQ	ONQ	PI	OQ	ONQ
Variables relatives au système de production								
Autonomie				+	+	-		
Être chef			-	+	+	+	+	
Former	+			+	+	+	+	+
<u>Normes de qualité</u>				+	+	+	+	+
<u>Travail en groupe</u>	+	+	+	+	+	+	+	+
<u>Intensité du travail</u>		+	+	+	+		+	+
Variables relatives au système d'information (intensité de la communication)								
Verticale		+	+	+		+	+	+
<u>Horizontale</u>	+		+	+		+	+	
Autres services		+	+	+	+			
Avec l'extérieur			+	+	+			
Réunions	+	+	+	+	+			
Papier		+	+	+	+		+	

Lecture : PI pour profession intermédiaire, OQ pour ouvrier qualifié, ONQ pour ouvrier non qualifié. Ces trois catégories constituent la population des salariés directs. Une corrélation significativement positive est indiquée par +, et une corrélation significativement négative est indiquée par -. Les autres corrélations ne sont pas significatives.

B - Usage de technologie et logique de coordination verticale et horizontale chez les salariés directs

	Professions intermédiaires	Ouvriers qualifiés	Ouvriers non qualifiés
Corrélation en l'usage de l'informatique et			
Autonomie		++	+
<u>Travail en groupe</u>	+	++	++
Être chef	-	++	++
Corrélation entre l'usage d'une machine automatique et			
Autonomie	-		
<u>Travail en groupe</u>	++	+	+
Être chef	++	+	

Lecture : l'autonomie et le travail en groupe témoignent d'une logique de coordination horizontale alors que les responsabilités hiérarchiques reflètent une logique de coordination verticale. + signifie une corrélation positive significative entre la caractéristique organisationnelle et la technologie et - une corrélation négative. Les autres corrélations ne sont pas significatives. Le nombre de signes reflète l'ampleur de la corrélation. Ces corrélations sont calculées sur les sous échantillons de professions intermédiaires, ouvriers qualifiés et non qualifiés.

C - Usage de l'informatique et intensité de la communication chez les salariés directs

	Professions intermédiaires	Ouvriers qualifiés	Ouvriers non qualifiés
Verticale	+	+	
<u>Horizontale</u>	++	++	
Autres services	++	+++	+
Extérieur	+	++	++

Lecture : + signifie une corrélation positive significative entre l'intensité de la communication et l'usage de l'informatique. Les autres corrélations ne sont pas significatives. Le nombre de signes reflète l'ampleur de la corrélation. Ces corrélations sont calculées sur les sous échantillons de professions intermédiaires, ouvriers qualifiés et non qualifiés.

Trame grisée : variables associées au « modèle du cadre », variables soulignées, variables associées au « modèle du travailleur de production ».

Champ : salariés stables (un an d'ancienneté) des entreprises industrielles de cinquante salariés et plus.

Source : enquête COI, 1997, volet salariés (Dares) et entreprises (Sessi, Scees) apparées DADS. Les tableaux sont extraits du tableau 5, et s'appuie sur le premier coefficient de chaque cellule.

Les liens entre usage de l'informatique et caractéristiques organisationnelles du poste de travail sont plus étendus chez les salariés directs, en particulier chez les ouvriers. Cela montre que les caractéristiques que nous mesurons traduisent un changement réel au sein des métiers de production. Dès lors qu'ils utilisent l'informatique, les ouvriers sont plus autonomes ; ils ont plus fréquemment des responsabilités hiérarchiques ; ils réalisent plus de tâches indirectes, comme la formation des nouveaux salariés ou le suivi de normes de qualité et ils participent davantage au travail en groupe. Chez les ouvriers qualifiés, l'informatique favorise également tous les types de communication, y compris les formes distantes, avec les autres services et avec l'extérieur.

Concernant le système de production, il ne semble pas y avoir de substitution de la logique de coordination horizontale à celle de coordination verticale associée à l'usage de la technologie (informatique ou machine automatique), mais au contraire un renforcement simultané de ces deux logiques. En effet, si les ouvriers utilisateurs de l'informatique sont plus autonomes et travaillent plus souvent en groupe (coordination horizontale) que les non-utilisateurs, ils ont également plus de responsabilités hiérarchiques (coordination verticale). De même, les professions intermédiaires et les ouvriers utilisant une machine automatique sont plus souvent chefs et travaillent plus souvent en groupes que les non-utilisateurs (cf. tableau 4-B).

Néanmoins, l'approfondissement de la logique hiérarchique suit une ligne très différente selon que le salarié utilise l'informatique ou une machine automatique. Le lien entre les responsabilités hiérarchiques et l'utilisation d'une machine automatique est plus fort pour les professions intermédiaires que pour les ouvriers qualifiés et elle n'est pas significative pour les ouvriers non qualifiés. Autrement dit, l'accroissement des responsabilités, associé à l'usage d'une machine automatique, respecte la hiérarchie des métiers. Avec l'informatique, ce sont les ouvriers (qualifiés et non qualifiés) plutôt que les professions intermédiaires qui ont davantage de responsabilités hiérarchiques.

L'informatique favorise l'élargissement du périmètre des communications

Concernant le système d'information, si on admet que l'effort de communication est le même, quel que soit le type de communication

(verticale, horizontale, avec d'autres services, avec l'extérieur), on peut tenter de hiérarchiser, pour les salariés directs, l'ampleur des transformations des modes de communication associées à l'usage de l'informatique. L'intensité de la communication avec des personnes éloignées (d'autres services ou de l'extérieur) est celle qui est la plus transformée par l'informatique, suivie par la communication horizontale (cf. tableau 4 C). Autrement dit, chez les salariés directs, les corrélations entre l'usage de l'informatique et l'intensité de la communication sont d'autant plus fortes qu'elles concernent des relations entre personnes éloignées.

Lorsque l'on examine les liens entre usage de l'informatique et caractéristiques organisationnelles du poste de travail chez les ouvriers non qualifiés, on observe des effets de même nature et de même ampleur que chez les ouvriers qualifiés, avec quatre exceptions. D'une part, l'informatique ne renforce pas la communication des ouvriers non qualifiés avec leur chef ou entre collègues proches, alors que ce lien est significatif chez les ouvriers qualifiés. D'autre part, le lien que l'informatique entretient avec la communication entre services est nettement plus fort chez les ouvriers qualifiés que chez les ouvriers non qualifiés.

En conclusion, l'informatique conduit les postes de travail ouvriers à « rattraper » les postes des autres catégories professionnelles, et notamment des cadres et professions intermédiaires du point de vue de leurs caractéristiques organisationnelles. Autrement dit, les ouvriers utilisateurs de l'informatique sont conduits à développer un rapport au travail qui, jusqu'alors, était propre aux positions de responsabilité hiérarchique et/ou à s'adapter à un enrichissement de leur travail de production. En ce sens, la diffusion de l'informatique contribue à troubler les frontières entre les catégories socioprofessionnelles. Enfin, on observe que l'informatique transforme davantage le travail des métiers de la production que ceux de l'administration.

Les deux facettes de la complémentarité entre informatique et organisation

La comparaison des estimations sans variable de contrôle avec les estimations contrôlées (modèles d'appariement sélectif) permet d'apprécier l'impact des effets de sélection sur les liens qu'informatique et organisation du travail entretiennent. Cette comparaison vise à isoler

deux composantes de la corrélation entre informatique et organisation. La première est uniquement définie *dans l'espace des postes de travail*. Elle peut être le signe de la complémentarité « technologique » qui découle d'une fonction de *design* organisationnel (Milgrom et Roberts, 1990) n'intégrant que deux arguments : le choix d'organisation du poste de travail et le choix d'équipement. La seconde composante de la corrélation est mesurée *dans l'espace des occupants des postes de travail*. Elle isole, dans la corrélation entre informatique et organisation, ce qui relève des principes communs dans la sélection des salariés dont le poste de travail est modernisé. Ces deux composantes de la corrélation entre technologie et organisation ne renvoient pas aux mêmes phénomènes économiques. La première traduit la « cumulativité » des transformations technologiques et organisationnelles, alors que la seconde permet d'analyser l'inégalité sur les trajectoires professionnelles des travailleurs associée à la modernisation de leur poste de travail. Milgrom et Roberts (1990) soulignent les gains d'efficacité potentiels associés à la première composante de la corrélation. Il serait intéressant de vérifier si la composante de la corrélation associée à la sélection des salariés est ou non source de productivité. Pour l'instant, la littérature économique ne fournit pas de résultat dans ce domaine.

Un écart significatif (13) de fréquence pour les différentes caractéristiques organisationnelles selon que le salarié utilise ou non la technologie (cf. tableau 5, premier coefficient de chaque cellule) témoigne d'une corrélation entre les variables d'organisation du travail et d'usage des technologies lorsqu'on ne prend pas en compte les effets de sélection. Le second coefficient donne l'estimateur à noyau du modèle d'appariement sélectif. Cet estimateur se lit comme la différence, dans la fréquence d'occurrence d'une caractéristique organisationnelle donnée, entre les utilisateurs de l'informatique et leurs *jumeaux* non utilisateurs. On observe que l'introduction des variables de contrôle traduisant les effets de sélection affecte presque systématiquement les écarts de fréquence estimés.

L'effet propre de la technologie

Pour chaque cellule, les deux coefficients indiqués mesurent les liens entre l'usage de l'informatique et les caractéristiques organisationnelles des postes de travail. La différence entre ces deux coefficients vient du fait que l'on neutralise les effets de sélection dans la modernisation

du poste de travail pour le second coefficient (estimateur à noyau) contrairement à l'estimation des corrélations. Comparer ces deux coefficients permet donc d'apprécier si les liens entre technologie et organisation du travail proviennent d'une corrélation intrinsèque entre ces deux dimensions du poste de travail, ou s'ils proviennent d'une sélection des salariés choisis pour occuper un poste de travail modernisé (cf. tableau 5). Lorsque les variables de contrôle dans la modernisation des postes de travail sont prises en compte et que l'effet de la technologie sur les caractéristiques organisationnelles innovantes du poste de travail est renforcé ou reste stable, on conclut à un effet propre de celle-ci.

Sur l'échantillon des salariés directs, les liens entre l'usage d'une machine automatique et les caractéristiques d'organisation du travail que nous mesurons ne diminuent jamais. Plus précisément, on observe une grande stabilité des liens entre l'usage d'une machine automatique et les caractéristiques organisationnelles associées au modèle du travailleur de production (suivi de normes qualité, travail en groupe, intensité du travail, communication horizontale) ainsi que le fait de former des nouveaux et la communication verticale. En revanche, les effets de l'usage d'une machine automatique sur les variables associées au modèle du cadre (autonomie, responsabilité hiérarchique, communication avec l'extérieur et les autres services) deviennent non significatifs ou de faible ampleur. Ces résultats montrent que l'usage d'une machine automatique a un effet structurant sur les caractéristiques organisationnelles associées au modèle du travailleur de production, alors qu'il est sans effet sur les caractéristiques organisationnelles associées au modèle du cadre.

L'informatique se trouve, quant à elle, dans une configuration assez différente. Sur l'échantillon des salariés directs l'effet de l'informatique sur toutes les caractéristiques organisationnelles mesurées reste significatif. Cela signifie que l'usage de l'informatique favorise aussi bien la diffusion du modèle du cadre que celle du modèle de travailleur de production. Néanmoins, peu de coefficients restent stables lorsqu'on prend en compte les variables de contrôle. En effet, si pour le suivi de normes de qualité, le travail en groupe et l'intensité du travail l'effet de l'informatique reste relativement stable, il diminue pour les autres caractéristiques organisationnelles. Cela signifie que les liens observés entre les

13. Pour tester la significativité de la différence de proportion, nous avons réalisé un test d'indépendance du khi-deux.

caractéristiques organisationnelles et l'usage de l'informatique proviennent en partie de la façon dont les salariés ont été sélectionnés lors de la modernisation de leur poste de travail.

L'évolution des coefficients lorsqu'on prend en compte ce processus de sélection dépend de la catégorie socioprofessionnelle. Pour les ouvriers, les coefficients estimés diminuent, pour la plupart, lorsqu'on prend en compte les variables de contrôle, ce qui témoigne de l'importance de la logique de sélection dans la modernisation des

postes de travail ouvriers. En revanche, chez les employés et les professions intermédiaires, la prise en compte de variables de contrôle renforce les coefficients estimés ou les rend significatifs. Cela signifie que l'informatique affecte significativement les caractéristiques organisationnelles des postes de travail, mais cet effet est masqué par les caractéristiques personnelles des utilisateurs et par leur environnement productif. Enfin, pour les cadres, la prise en compte des variables de contrôle affecte peu les quelques effets existants.

Tableau 5
Les corrélations entre l'usage de la technologie et l'organisation du travail lorsqu'on contrôle les effets de sélection

	Utiliser l'informatique						Utiliser une machine automatique				
	Total	Cadres	Employés	Salariés directs	PI	OQ	ONQ	Salariés directs	PI	OQ	ONQ
Variables relatives au système de production											
Autonomie	0,28** 0,06**	n.s. n.s.	n.s. 0,24**	0,26** 0,08**	n.s. n.s.	0,14** 0,10**	0,11** n.s.	- 0,12** - 0,03**	- 0,07** - 0,06*	n.s. n.s.	n.s. - 0,05*
Être chef	0,22** 0,06**	n.s. n.s.	n.s. 0,07**	0,19** 0,05**	- 0,08** n.s.	0,10** 0,09**	0,10** 0,08**	- 0,03* 0,04**	0,13** 0,08**	0,04** 0,03**	n.s. n.s.
Former	0,10** 0,08**	0,17** 0,15**	n.s. n.s.	0,12** 0,07**	n.s. 0,06*	0,16** 0,11**	0,15** 0,08*	0,12** 0,12**	0,21** 0,18**	0,11** 0,10**	0,13** 0,10**
Normes de qualité	n.s. n.s.	n.s. n.s.	n.s. n.s.	0,06** 0,04*	n.s. 0,08*	0,10** 0,08**	0,17** n.s.	0,17** 0,16**	0,26** 0,22**	0,17** 0,16**	0,10** 0,08**
Travailler en groupe	0,11** 0,11**	0,19** 0,13*	0,14* n.s.	0,12** 0,11**	0,08** 0,10*	0,10** 0,06**	0,09* n.s.	0,06** 0,07**	0,17** 0,12**	0,06** 0,06**	0,07* n.s.
Intensité du travail	0,10** 0,10**	n.s. n.s.	0,15* n.s.	0,11** 0,10**	0,11** 0,15**	0,11** 0,10**	0,11** 0,08*	0,03* 0,04**	n.s. n.s.	0,04* 0,03*	0,08** 0,07**
Variables relatives au système d'information											
Communication verticale	0,09** 0,06**	n.s. n.s.	0,20** 0,25*	0,10** 0,04*	0,09** 0,10*	0,05** n.s.	n.s. n.s.	0,04** 0,07**	0,09** 0,08**	0,05* 0,05**	0,10** 0,08**
Communication horizontale	0,10** 0,08**	0,19** 0,14*	n.s. n.s.	0,12** 0,08**	0,14** 0,11**	0,14** 0,08**	n.s. n.s.	0,05** 0,05**	0,11** 0,07**	0,07** 0,06**	n.s. n.s.
Communication autres services	0,26** 0,09**	n.s. n.s.	0,20** n.s.	0,24** 0,09**	0,12** 0,10**	0,16** 0,11**	0,08** n.s.	- 0,06** 0,00**	n.s. n.s.	n.s. n.s.	n.s. n.s.
Communication avec l'extérieur	0,29** 0,04**	n.s. n.s.	n.s. n.s.	0,27** 0,07**	0,08** 0,08**	0,14** 0,11**	0,11** n.s.	- 0,11** n.s.	n.s. n.s.	n.s. n.s.	n.s. n.s.
Réunions	0,35** 0,14**	0,19** 0,15**	0,23** 0,23**	0,31** 0,10**	0,20** 0,18**	0,16** 0,09**	0,17** 0,07*	- 0,10** n.s.	n.s. n.s.	n.s. n.s.	n.s. n.s.
Papier	0,21** 0,04**	n.s. n.s.	0,14* 0,25*	0,23** 0,08**	0,06* n.s.	0,20** 0,15**	0,22** 0,11**	n.s. 0,03*	n.s. n.s.	0,05* 0,03*	n.s. n.s.
N. salariés	4 067	529	325	3 213	1 021	1 478	714	3 213	1 021	1 478	714
N. entreprises	2 330	326	144	1 860	603	869	388	1 860	603	869	388

Lecture : * significativité à 10 %, ** significativité à 5 %, n.s. le coefficient n'est pas significatif. Les abréviations sont les suivantes : PI pour profession intermédiaire, OQ pour ouvrier qualifié, ONQ pour ouvrier non qualifié. Ces trois catégories constituent la population des salariés directs. Pour chaque variable d'organisation, deux coefficients sont indiqués. Le premier mesure les écarts de fréquence des caractéristiques organisationnelles selon que le salarié utilise ou non l'informatique. Le deuxième est l'estimateur à noyau du modèle d'appariement sélectif. Ainsi, dans le cas de la variable « Autonomie », sur l'échantillon total, la probabilité d'être autonome pour un utilisateur est de 28% plus élevée que chez les non-utilisateurs. Lorsqu'on contrôle des effets de sélection dans la modernisation du poste de travail, la probabilité d'être autonome est 6% plus élevée pour un utilisateur de l'informatique que pour un non-utilisateur. Autrement dit, utiliser l'informatique implique une augmentation de 6 points de la probabilité d'être autonome. C'est l'effet causal de l'informatique, une fois que les effets de sélection sont neutralisés.

Champ : salariés stables (un an d'ancienneté) des entreprises industrielles de cinquante salariés et plus.

Source : enquête COI, 1997, volet salariés (Dares) et entreprises (Sessi et Scees) appariées DADS.

Au sein de la population ouvrière, une seule caractéristique organisationnelle évolue peu lorsque l'on tient compte des effets de sélection : celle qui relie l'usage de l'informatique à l'intensification du travail. Ce résultat recoupe des observations réalisées à partir d'autres sources par Gollac et Volkoff (1996) et par Askénazy et Gianella (2000). L'intensification du travail apparaît comme un effet propre à l'usage de l'informatique chez les professions intermédiaires, les ouvriers qualifiés et les ouvriers non qualifiés. Ce résultat fait écho au constat selon lequel le travail sous contrainte industrielle et marchande dépendrait peu des variables de sélection identifiées et notamment de la catégorie socioprofessionnelle.

Lorsque la complémentarité mesurée vient de principes de sélection communs

Lorsque l'effet de la technologie sur l'organisation du travail est atténué ou disparaît, on conclut à une complémentarité reflétant les principes communs de sélection des salariés dont le poste de travail est modernisé. Cette complémentarité trouve son origine dans les interactions sociales plutôt que dans les propriétés de la technologie.

Pour les ouvriers, le lien entre l'informatique, l'autonomie, la formation des nouveaux, le travail en groupe et l'ensemble des variables relatives au système d'information est sensible à l'introduction des variables de contrôle et cette sensibilité est orientée à la baisse. Toutes ces variables renvoient à la communication du salarié. Ainsi, les caractéristiques organisationnelles impliquant des échanges d'informations entre les salariés sont fortement soumises aux effets de sélection. Autrement dit, les corrélations que nous avons identifiées entre l'usage de l'informatique et ces caractéristiques organisationnelles ne doivent pas s'interpréter comme un effet propre à la technologie mais comme le reflet de la similarité des effets de sélection à l'œuvre dans l'attribution des ordinateurs et des postes de travail aux caractéristiques innovantes.

Les cadres sont eux aussi soumis à une certaine sélection lorsqu'ils doivent participer à des dynamiques collectives comme le travail en groupe, la communication avec des collègues proches ou la participation à des réunions.

Dans un grand nombre de cas, la significativité de l'estimateur à noyau témoigne néanmoins de

l'existence d'une complémentarité atténuée par rapport à notre première estimation sans variable de contrôle. Les variables pour lesquelles la complémentarité persiste peuvent être hiérarchisées selon la force des effets de sélection. Sur l'échantillon total et pour les variables relatives au système d'information, c'est la communication distante (avec l'extérieur et les autres services) et la fréquence des réunions qui sont les plus sensibles aux effets de sélection. Pour les variables relatives au système de production, les variables complémentaires à l'usage de l'informatique les plus sensibles aux effets de sélection sont l'autonomie suivie des responsabilités hiérarchiques.

Enfin, on observe que la sensibilité aux effets de sélection n'est pas uniforme d'une catégorie socioprofessionnelle à l'autre. Pour les ouvriers non qualifiés, les corrélations positives entre usage de l'informatique et caractéristiques organisationnelles innovantes tendent à disparaître dès l'introduction des variables de contrôle. Au sein de ces professions, les technologies de l'information n'ont que peu d'effets propres. Cela tend à montrer que chez les travailleurs directs, moins le salarié est qualifié, plus il est sélectionné par la firme lors de la modernisation de son poste de travail.

* *
*

Comparée à l'usage des machines automatiques, l'usage de l'informatique est spécifique à deux titres au sein des entreprises industrielles françaises de plus de cinquante salariés. D'une part, les variables qui peuvent influencer la formation du capital social des salariés (caractéristiques personnelles du salarié et composition sociodémographique de la main-d'œuvre) semblent jouer un rôle essentiel dans l'accès aux outils informatiques. D'autre part, l'usage de l'informatique est positivement lié à la fois aux caractéristiques organisationnelles propres au « modèle du cadre » (autonomie, encadrement, travail en groupes, communication distante et participation à des réunions) et aux traits innovants des métiers de production directe (normes de qualité, communication avec les travailleurs proches, usage de l'écrit), alors que l'usage des machines automatiques n'est lié qu'au second groupe de variables. Ce résultat peut s'interpréter comme témoignant d'une complémentarité forte entre usage de l'informatique et caractéristiques organisationnelles innovantes du poste de travail.

Mais les variables qui apparaissent favorables au capital social des salariés sont aussi d'importants déterminants des caractéristiques organisationnelles innovantes des postes de travail. Dès lors, le lien entre technologie et organisation du travail reflète aussi bien les principes de sélection des salariés lors de la modernisation de leur poste de travail, que la coordination des choix technologiques et organisationnels liée aux propriétés intrinsèques de la technologie.

L'interprétation en termes de complémentarité « intrinsèque » entre technologie et organisation du travail n'est observée que pour la variable d'intensité du travail chez les ouvriers. En revanche, pour les variables intégrant une dimension relationnelle (travail en groupe, communication distante, réunions, usage de l'écrit), la corrélation avec l'utilisation de l'informatique reflète clairement les principes de sélection des ouvriers dans la modernisation de leur poste de travail. Ces principes de sélection sont d'autant plus forts que les salariés sont peu qualifiés. Cette composante de la complémentarité, mesurée dans l'espace des occupants des postes de travail, permet d'analyser les inégalités entre les travailleurs associées à la modernisation de leur poste de travail. Elle ne permet cependant pas d'étudier la question de l'efficacité productive, qui renvoie à une seconde composante de la complémentarité entre TIC et organisation à analyser dans l'espace des postes de travail.

Quelles sont les conséquences possibles des mécanismes de sélection que nous avons observés dans l'accès aux postes de travail modernisés ? Ces postes offrent plus d'opportunités professionnelles que les autres. Les salariés qui y accèdent auraient donc une probabilité plus forte d'évolution professionnelle positive. L'ensemble des résultats empiriques obtenus dans ce travail porte sur l'industrie. Il serait souhaitable de vérifier si les employés dans le secteur des services sont sélectionnés de façon similaire aux ouvriers de l'industrie. Outre qu'elle contribue à expliquer l'augmentation des inégalités liées aux qualifications, la modernisation des entreprises pourrait donc aussi jouer un rôle dans l'augmentation des inégalités « résiduelles » (Lemieux, 2003), observées au sein même des qualifications, et dans la persistance des inégalités liées au genre, à l'âge ou à la nationalité. Ces mécanismes pourraient aussi générer une préférence des entreprises pour le renouvellement de leur main-d'œuvre plutôt que pour la formation : on peut changer par la formation le niveau de qualification d'un salarié, il est plus difficile de faire évoluer ses caractéristiques personnelles. Enfin, ces phénomènes introduisent de l'inertie au sein des organisations : les interactions sociales changent lentement et elles sont sensibles à la qualité du climat social. □

BIBLIOGRAPHIE

Adler P. et Kwon S.W. (2000), « Social Capital: the Good, the Bad and the Ugly », in *Knowledge and Social Capital: Foundation and Applications*, E. Lesser ed., Boston: Butterworth-Heineman, pp. 89-115.

Aoki M. (1990), « Toward an Economic Model of the Japanese Firm », *Journal of Economic Literature*, vol. XXVIII, n° 1, pp. 1-27.

Askenazy P. et Gianella C. (2000), « Le paradoxe de productivité : les changements organisationnels, facteur complémentaire à l'informatisation », *Économie et Statistique*, n° 339-340, pp. 219-237.

Athey S. et Stern S. (1998), « An Empirical Framework for Testing Theories about Complementarity in Organizational Design », *NBER Working Paper*, n° 6600.

Bolton P. et Dewatripont M. (1994), « The Firm as a Communication Network », *Quarterly Journal of Economics*, vol. CIX, n° 4, pp. 809-839.

Bourdieu P. (1980), « Capital social. Notes provisoires », *Actes de la recherche en sciences sociales*, n° 31, janvier, pp. 2-3.

Braverman H. (1974), *Labour and Monopoly Capital: The Degradation of Work in the Twentieth Century*, London : Monthly Review Press.

Bresnahan T. Brynjolfsson E. et Hitt L.M. (2002), « Information Technology, Workplace Organization and the Demand for Skilled Labor: Firm-Level Evidence », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 117, n° 1, pp. 339-376.

Brodaty T. Crépon B. et Fougère D. (2002), « Développements récents dans l'évaluation des politiques de l'emploi », *mimeo*, Crest, février.

- Brousseau E. et Rallet A. (1998)**, « Beyond Technological or Organizational Determinism: a Framework to Understand the Link Between Information Technologies and Organizational Changes », in *Telecommunications and Socio-Economic Development*, McDonald S. et Madden G. (eds), North-Holland, Amsterdam, pp. 245-273.
- Burt R. (1992)**, *Structural Holes*, Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Burt R. (1998)**, « The Gender of Social Capital », *Rationality and Society*, vol. 10, pp. 5-46.
- Carmichael H.L. et MacLeod W.B. (1993)**, « Multiskilling, Technical Change and the Japanese Firm », *Economic Journal*, vol. 103, n° 416, pp. 142-160.
- Caroli È. et Van Reenen J. (2001)**, « Skill-Biased Organizational Change?: Evidence from a Panel of British and French Establishments », *Quarterly Journal of Economic*, vol. 116, n° 4, pp. 1449-1492.
- Caroli È., Greenan N. et Guellec D. (2001)**, « Organizational Change and Skill Accumulation », *Industrial and Corporate Change*, vol. 10, n° 2, pp. 481-505.
- Carter M.J. (1995)**, « Information and the Division of Labour: Implications for the Firm's Choice of Organization », *Economic Journal*, n° 105, March, pp. 385-397.XXX
- Coleman J. (1990)**, *Foundations of Social Theories*, Harvard University Press Cambridge, MA.
- Conninck F. (de) (1991)**, « Évolutions post-tayloriennes et nouveaux clivages sociaux », *Travail et Emploi*, n 49, pp. 20-30.
- Di Nardo J.E. et Pischke J.S. (1997)**, « The Returns to Computer Use Revisited: Have Pencils Changed the Wage Structure Too », *Quarterly Journal of Economics*, vol. CXII, n° 1, pp. 291-303.
- Duguet E. (2003)**, « Are R&D Subsidies a Substitute or a Complement to Privately Funded R&D? Evidence from France Using Propensity Score Methods for Non-Experimental Data », *mimeo EUREQua*, n° 75.
- Entorf H., Gollac M. et Kramarz F. (1999)**, « New Technologies, Wages and Worker Selection », *Journal of Labor Economics*, vol. 17, n° 3, pp. 464-491.
- Gant J., Ichniowski C. et Shaw K. (2002)**, « Social Capital and Organizational Change in High Involvement and Traditional Work Organizations », *Journal of Economics and Management Strategy*, n° 11, pp. 289-328.
- Gollac M., Greenan N. et Hamon-Cholet S. (2000)**, « L'informatisation de l'ancienne économie : de nouvelles machines, de nouvelles organisations et de nouveaux travailleurs », *Économie et Statistique*, n° 339-340, pp. 171-201.
- Gollac M. (1996)**, « Le capital est dans le réseau. La coopération dans l'usage de l'informatique », *Travail et Emploi*, n° 68, pp. 39-60.
- Gollac M. et Kramarz F. (2000)**, « L'informatique comme pratique et comme croyance », *Actes de la recherche en sciences sociales*, n° 134, pp. 4-21.
- Gollac M. et Volkoff S. (1996)**, « Citius, altius, fortius, l'intensification du travail », *Actes de la recherche en Sciences Sociales*, n° 114, pp. 54-67.
- Greenan N. (2001)**, *Changements organisationnels et performances économiques : théories, mesures et tests*, Thèse de doctorat, EHESS, Paris.
- Greenan N. (2003)**, « Organizational Change, Technology, Employment and Skills: an Empirical Study of French Manufacturing », *Cambridge Journal of Economics*, vol. 27, n° 2, pp. 287-316.
- Greenan N. Hamon-Cholet S. et Walkowiak E. (2003)**, « Autonomie et communication dans le travail : les effets des nouvelles technologies », *Premières Synthèses de la Dares*, n° 20.1, mai.
- Greenan N. et Walkowiak E. (2004)**, « Informatique, organisation du travail et interactions sociales », *document de travail du Centre d'Études de l'Emploi*, n° 31.
- Heckman J.J., Ichimura H. et Todd P. (1998)**, « Matching as an Econometric Evaluation Estimator », *Review of Economic Studies*, vol. 65, n° 2, pp. 261-294.
- Kremer M. et Maskin E. (1996)**, « Wage Inequality and Segregation by Skills », *NBER Working Paper*, n° 5718.

- Krueger A.B. (1993)**, « How Computers Have Changed the Wage Structure: Evidence from Microdata, 1984-1989 », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 108, n° 1, pp. 33-60.
- Le Minez S. et Roux S. (2002)**, « Les différences de carrières salariales à partir du premier emploi », *Économie et Statistique*, n° 351, pp. 31-63.
- Lemieux T. (2003)**, « Residual Wage Inequality: A Re-examination », Target working paper, n° 3.
- Lindbeck A. (1999)**, « Causes of Changing Earnings Inequality », *IZA Discussion Papers*, n° 29.
- Lindbeck A. et Snower D.J. (1996)**, « Reorganization of Firms and Labor Market Inequality », *American Economic Review, AEA Papers and Proceedings*, vol. 86, n° 2, pp. 315-321.
- Milgrom P. et Roberts J. (1990)**, « The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy, and Organization », *American Economic Review*, vol. 80, n° 3, pp. 511-528.
- Milgrom P. et Roberts J. (1992)**, *Economics, Organization and Management*, Englewood Cliffs, Prentice Hall International.
- Osterman P. (2000)**, « Work Reorganization in an Era of Restructuring: Trends in Diffusion and Effects on Employee Welfare », *Industrial and Labor Relations Review*, vol. 53, n° 2, pp. 179-196.
- Otani K. (1996)**, « A Human Capital Approach to Entrepreneurial Capacity », *Economica*, vol. 63, n° 250, pp. 273-289.
- Rosenbaum P.R. et Rubin D.B. (1983)**, « The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects », *Biometrika*, vol. 70, n° 1, pp. 41-55.
- Rubin D.B. (1977)**, « Assignment to Treatment Group on the Basis of Covariate », *Journal of Educational Statistics*, vol. 2, n° 1, pp. 1-26.
- Turner J.H. (2000)**, « The Formation of Social Capital », in *Social Capital a Multifaceted Perspective*, Dasgupta et Serageldin (eds), pp. 6-11.
- Walkowiak E. (2004)**, *Modernisation des entreprises, interdépendances des salariés et inégalités*, Thèse de doctorat de l'Université Paris IX-Dauphine.

MESURER LA DIVERSITÉ DE LA MAIN-D'OEUVRE

Les DADS rendent compte de la composition sociale de la main-d'œuvre dans la firme. Elles renseignent en effet sur : la proportion de différentes catégories socio-professionnelles (cadre/employé/profession intermédiaire/ouvrier), la proportion d'hommes et de femmes, la proportion de salariés étrangers et français, la proportion de différentes générations de salariés (moins de 26 ans/26 à 30 ans/30 à 38 ans/38 à 50 ans/plus de 50 ans). Pour chacun de ces critères, nous avons construit un indice synthétique de diversité D mesurant la probabilité que deux observations prises au hasard dans la population appartiennent à des modalités différentes. Si N représente le nombre total de salariés dans une entreprise, K le nombre total de modalités de la variable considérée et n_k , l'effectif de la modalité k ($k = 1, \dots, K$), alors D s'écrit :

$$D = \frac{1 - \sum_{k=1}^K \left(\frac{n_k}{N}\right)^2}{D_{\max}} \quad \text{avec} \quad D_{\max} = 1 - K \left(\frac{N/K}{N}\right)^2 = \frac{K-1}{K}$$

Le terme au numérateur mesure la diversité mais sa valeur dépend du nombre de modalités K prises par la variable considérée. Le terme au dénominateur, D_{\max} , neutralise cet effet, ce qui permet de comparer différents indicateurs de diversité entre eux. D_{\max} mesure la situation de diversité maximale où les N salariés se répartissent équiprobablement dans les K modalités. L'indicateur de diversité varie entre 0 et 1, ce qui illustre un continuum de cas allant de la parfaite homogénéité de la main-d'œuvre à la mixité la plus forte possible. Les indicateurs construits permettent ainsi d'évaluer la diversité des CS, des âges, des genres et des nationalités au sein de la firme.

LE MODÈLE D'APPARIEMENT SÉLECTIF

Cette présentation des modèles d'appariement sélectif s'appuie sur les travaux réalisés par Brodaty, Crépon et Fougère (2002). Lorsque l'on cherche à évaluer l'impact d'une variable de traitement sur les performances individuelles, on compare en général les performances des individus qui reçoivent le traitement à celles des individus qui ne reçoivent pas le traitement. À ce stade, pour simplifier l'exposé, supposons qu'on cherche à tester l'efficacité d'un traitement médical sur la santé des individus. On comprend aisément que mesurer l'efficacité d'un traitement médical en comparant la santé d'individus malades (et donc traités) avec celle d'individus en bonne santé (et donc non traités) soit problématique. La question qui se pose est celle du biais de sélectivité : le fait de suivre un traitement de la part des individus est une décision rationnelle, elle n'est pas indépendante de la situation (la santé) des individus en l'absence de traitement. Ainsi, une comparaison directe entre les individus traités et les individus non traités est susceptible de conduire à des estimations biaisées de l'effet du traitement. Autrement dit, lorsque l'on cherche à tester l'effet d'un traitement, comparer la santé des individus qui ont été soignés à celle des individus qui n'ont pas été soignés peut mener à des estimations biaisées. Le biais de sélection réside dans le simple fait que les individus qui ont reçu le traitement sont initialement malades, alors que ceux qui ne l'ont pas reçu sont en bonne santé.

Le cadre causal de Rubin permettant de définir l'effet causal d'un traitement est bien adapté pour discuter la question des biais de sélectivité. Pour chaque individu, il existe deux variables latentes, y_0 et y_1 , correspondant aux résultats potentiels de l'individu selon qu'il reçoit le traitement ($T = 1$) ou non ($T = 0$). La variable de résultat observée (par exemple la santé de l'individu) est : $Y = T y_1 + (1 - T) y_0$.

Seul le couple (y, T) est observé pour chaque individu. On connaît donc son état de santé et on sait s'il a reçu un traitement ou pas. On sait donc que $Y = y_1$ lorsque l'individu est traité et que $Y = y_0$ s'il ne l'est pas.

L'effet causal du traitement est donné par : $C = y_1 - y_0$. C'est l'écart de santé selon que l'individu est traité ou non. Cet effet causal a deux caractéristiques. Tout d'abord, il est inobservable : on ne peut pas connaître, pour un même individu et en même temps, l'état de sa santé quand il reçoit le traitement et quand il ne le reçoit pas. Ensuite, il est individuel, ce qui implique qu'il est hétérogène au sein de la population. Il existe donc une distribution de l'effet causal dans la population. Mais parce qu'il est inobservable, sa distribution n'est pas identifiable.

Néanmoins, lorsque les variables de résultat latentes sont indépendantes de l'affectation au traitement, $(y_0, y_1) \perp T$, autrement dit, lorsque l'affectation au traitement est aléatoire, alors l'effet causal moyen dans la population ($C_m = E(y_1 - y_0)$) ou sur la population des individus traités ($C_{m,t} = E(y_1 - y_0) | T = 1$) peuvent être identifiés. Cette propriété d'indépendance signifie que la décision de prendre un traitement médical ne dépend pas de la santé de l'individu. C'est par exemple le cas des place-

bos, si l'on considère que les individus prennent un placebo indépendamment de leur état de santé. Néanmoins, dans la plupart des cas, cette propriété d'indépendance n'est pas vérifiée : les individus qui reçoivent un traitement médical sont en général malades. Dès lors, en moyenne, si les individus malades qui ont été soignés n'avaient pas reçu de traitement médical, leur état de santé serait certainement mauvais. Autrement dit, s'ils n'avaient pas été traités, l'état de santé moyen de ces individus serait différent de l'état de santé des personnes qui n'ont effectivement pas reçu de traitement (et qui sont en bonne santé).

Pour mesurer l'effet causal d'un traitement médical, l'intuition est de comparer la santé de deux individus, au départ strictement identiques, et qui vont ensuite simplement différer par le fait d'avoir reçu ou non un traitement. Dès lors, l'intuition est de comparer un groupe d'individu ayant reçu le traitement à un groupe d'individus jumeaux, afin de tester l'efficacité du traitement. Les individus jumeaux existant rarement, une démarche naturelle est de construire un groupe de contrôle de telle sorte que la distribution d'un ensemble de caractéristiques observables (par exemple, le bilan sanguin), noté X , soit la même que dans le groupe des individus recevant le traitement. On construit alors statistiquement un groupe de faux jumeaux. On peut ainsi réduire le biais de sélectivité. La condition d'identification est alors moins restrictive. Il faut que conditionnellement à cet ensemble de variables observables, la propriété d'indépendance entre les résultats latents et l'affectation au traitement soit vérifiée : $(y_0, y_1) \perp T | x$. Autrement dit, conditionnellement à cet ensemble de variables observables, les individus sont affectés de manière aléatoire au traitement. L'expérience est alors dite « contrôlée ». On peut identifier l'effet moyen du traitement sur la population totale et sur la population des individus traités.

Mais comment construire statistiquement des faux jumeaux ? Rubin (1977) propose d'associer (« d'apparier »), à chaque salarié un salarié possédant exactement les mêmes caractéristiques que lui. On parle de salarié « contrefactuel ». Dans le domaine de la santé, cet appariement pourrait se faire au vu d'un bilan sanguin détaillé. En économie, cet appariement peut être difficile à mettre en pratique, dès lors que le nombre de caractéristiques est élevé.

Prenons le cas étudié dans cet article pour cerner ce problème de dimensionnalité des critères d'appariement. Dans notre travail, le fait d'utiliser l'informatique est la *variable de traitement* (l'organisation du travail est la variable de performance). Les variables explicatives de l'utilisation de l'informatique sont nombreuses (profession, âge, nombre d'années d'études, ancienneté, profession des parents, situation conjugale du salarié, nombre de PCS occupées, nombre d'entreprises pour lequel a travaillé le salarié, composition socio-démographique de la main-d'œuvre, secteur, etc.) Il faudrait donc trouver, pour chaque utilisateur de l'informatique, un salarié n'utilisant pas l'informatique mais possédant exactement les mêmes caractéristiques observées (autrement dit un salarié ayant la même profession,

exactement le même âge, le même nombre d'années d'études, la même ancienneté, la même profession des parents, la même situation conjugale, la même trajectoire professionnelle dans le même secteur, travaillant dans une entreprise ayant exactement la même composition socio-démographique de la main-d'œuvre...). On voit bien que construire une population jumelle n'est pas possible lorsque les critères d'appariement sont nombreux. Dans ce cas, on construit un groupe de faux jumeaux aussi semblable que possible au groupe de traitement, en termes de caractéristiques observables, en utilisant le récapitulé du score de propension. Le score de propension désigne la probabilité, pour une personne de caractéristiques données, d'être exposée au traitement (dans notre cas, utiliser l'informatique). En effet, à l'aide d'un modèle *Logit*, il est aisé de calculer le score de propension pour chaque individu d'un échantillon, que celui-ci ait reçu le traitement ou non. Rosenbaum et Rubin (1983) ont montré que la propriété

d'indépendance conditionnellement à un ensemble de variables observables implique l'indépendance conditionnellement au résumé unidimensionnel de cet ensemble (le score de propension). Cette propriété permet de déterminer l'effet causal du traitement.

Plusieurs méthodes d'appariement ont été proposées (Heckman, Ichimura et Todd, 1998). L'individu « jumeau » peut être le plus proche voisin, c'est-à-dire celui qui a le score le plus proche de l'individu étudié. Il peut également être construit en prenant la moyenne pondérée des n voisins les plus proches de i . En particulier, Heckman *et al.* (1998) proposent l'estimateur à noyau qui est convergent et asymptotiquement normal sous certaines hypothèses. Dans cette perspective, chaque individu non traité participe à la construction du « jumeau » de l'individu traité. Mais le poids des individus non traités dans la construction du « jumeau » varie selon la distance entre leur score et celui de l'individu considéré.

LES EFFETS DE SÉLECTION DANS L'USAGE DES TECHNOLOGIES INFORMATIQUES ET INDUSTRIELLES

	Informatique				Machines automatiques			
	Tous les salariés			Utilisa- teurs	Tous les salariés			Utilisa- teurs
	Utiliser		NBOI	Durée	Utiliser		NBMO	Durée
	Coeff.	Fréq.	Coeff.	Coeff.	Coeff.	Fréq.	Coeff.	Coeff.
Constante	1**	0,73	- 0,65**	1,98**	- 1,51**	0,18	0,17**	6,17**
Catégorie socioprofessionnelle (Réf. : ouvriers qualifiés)								
Cadre	0,87**	0,87	1,33**	1,1**	- 0,97**	0,08	- 0,55**	-
Employé	1,68**	0,94	1,09**	2,14**	- 1,75**	0,04	- 0,6**	-
Professions intermédiaires	0,42**	0,81	0,94**	0,97**	n.s.	-	- 0,31**	- 1,74**
Ouvriers non qualifiés	- 1,74**	0,32	- 0,15**	n.s.	1,47**	0,49	0,12**	n.s.
Caractéristiques personnelles du salarié								
Femme (Réf. : homme)	n.s.	-	n.s.	0,85**	- 0,15**	0,16	- 0,16**	n.s.
Étranger (Réf. : Français)	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.
Localisation rurale (Réf. : urbaine)	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	0,4*
Âge	- 0,2**	0,69	- 0,05**	- 0,2**	- 0,17**	0,16	- 0,06**	n.s.
Ancienneté	0,18**	0,77	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.
Âge de fin d'études	0,44**	0,81	0,14**	n.s.	- 0,15**	0,16	n.s.	- 0,22*
Formé au poste	0,38**	0,80	0,21**	n.s.	0,13**	0,20	0,14**	- 0,37**
Couple / conjoint actif (Réf. : célibat)	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.
Couple / conjoint inactif	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.
Père agriculteur ou artisan (Réf. : non qualifié)	n.s.	-	n.s.	- 0,27**	n.s.	-	n.s.	n.s.
Père cadre ou profession intermédiaire	0,18**	0,77	0,13**	n.s.	- 0,29**	0,14	- 0,09**	n.s.
Mère active (Réf. : inactive)	n.s.	-	n.s.	0,18*	n.s.	-	n.s.	n.s.
Nombre d'entreprises	- 0,09*	0,71	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	0,20**
Nombre de catégories socioprofessionnelles	0,14**	0,76	0,03**	n.s.	n.s.	-	n.s.	- 0,17*
Caractéristiques générales de la firme								
Logarithme de la taille	0,35**	0,79	0,1**	- 0,12*	0,1**	0,20	n.s.	n.s.
Nombre de niveaux hiérarchiques	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.	-	0,04**	n.s.
IAA (Réf. : intensité moyenne faible)	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.
Intensité technologique du secteur faible	- 0,22**	0,69	n.s.	0,24*	n.s.	-	n.s.	0,45**
Intensité technologique moyenne haute	0,4**	0,80	0,08**	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.
Intensité technologique haute	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.
Localisation rurale (Réf. : urbaine)	n.s.	-	n.s.	n.s.	- 0,12**	0,16	n.s.	- 0,55**
Diversité de la main-d'œuvre								
Catégories socioprofessionnelles	0,18**	0,77	0,06**	0,18**	- 0,09**	0,17	n.s.	- 0,17*
Genre	n.s.	-	n.s.	n.s.	0,08**	0,19	0,03*	n.s.
Nationalité	n.s.	-	n.s.	n.s.	0,08**	0,19	0,03*	n.s.
Âge	- 0,11**	0,71	- 0,04**	- 0,12**	n.s.	-	n.s.	n.s.
Nombre de salariés	4 067			2 241	4067			1 300
Nombre d'entreprises	2 330			1 256	2°330			732

Lecture : * significativité à 10 %, ** significativité à 5 %, n.s. : le coefficient n'est pas significatif. Pour les variables « Utiliser », on reporte le coefficient estimé du modèle Logit ainsi que la fréquence estimée. Pour les autres variables on reporte le coefficient estimé du modèle linéaire. Les cadres et les employés ont été supprimés de l'échantillon des utilisateurs de machines automatiques car ils étaient trop peu nombreux.

Champ : salariés stables (un an d'ancienneté) des entreprises industrielles de cinquante salariés et plus.

Source : enquête COI, 1997, volet salariés (Dares) et entreprises (Sessi, Scees) appariées DADS.

LES EFFETS DE SÉLECTION DANS L'ORGANISATION DU SYSTÈME DE PRODUCTION ET DU SYSTÈME D'INFORMATION

Tableau A
Les effets de sélection dans l'organisation du système de production

	Autonomie		Être chef		Former		Normes qualité		Travail en groupe		Intensité	
	Coef.	Fréq.	Coef.	Fréq.	Coef.	Fréq.	Coef.	Fréq.	Coef.	Fréq.	Coef.	Fréq.
Constante	- 0,38**	0,41	- 1,71**	0,15	0,51**	0,63	- 0,82**	0,30	n.s.	0,50	- 1,11**	0,25
Catégorie socioprofessionnelle du salarié (Réf. : ouvriers qualifiés)												
Cadres	1,24**	0,70	2,07**	0,59	n.s.	-	- 0,25**	0,26	0,76**	0,68	- 0,17*	0,22
Employés	n.s.	-	- 0,96**	0,06	n.s.	-	- 0,95**	0,15	- 0,83**	0,30	n.s.	-
Professions intermédiaires	0,48**	0,53	0,93**	0,31	n.s.	-	0,19**	0,35	0,16**	0,54	0,14**	0,27
Ouvriers non qualifiés	- 1,06**	0,19	- 1,33**	0,05	n.s.	-	0,51**	0,42	n.s.	-	n.s.	-
Caractéristiques personnelles du salarié												
Femme (Réf. : homme)	- 0,27**	0,34	- 0,43**	0,11	- 0,19**	0,58	- 0,19**	0,27	- 0,16**	0,46	- 0,08*	0,23
Étranger (Réf. : français)	- 0,16**	0,37	- 0,17*	0,13	n.s.	-	- 0,18**	0,27	n.s.	-	- 0,13*	0,23
Rurale (Réf. : urbaine)	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-
Âge	n.s.	-	n.s.	-	- 0,08*	0,61	- 0,11**	0,28	- 0,18**	0,45	n.s.	-
Ancienneté	0,12**	0,43	0,17**	0,18	0,13**	0,66	n.s.	-	0,13**	0,53	n.s.	-
Âge de fin d'études	0,21**	0,46	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-
Formé au poste	0,13**	0,44	0,18**	0,18	0,24**	0,68	0,19**	0,35	0,23**	0,56	n.s.	-
Conjoint actif (Réf. : célibataire)	0,1*	0,43	0,11*	0,17	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-
Conjoint inactif	n.s.	-	0,23**	0,19	n.s.	-	0,1*	0,33	n.s.	-	n.s.	-
Père agriculteur ou artisan (Réf. : non qualifié)	- 0,17**	0,36	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	- 0,18**	0,46	- 0,21**	0,21
Cadre ou PI	0,13*	0,44	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	0,14**	0,53	0,17**	0,28
Mère active (Réf. : inactive)	n.s.	-	- 0,09**	0,14	- 0,07*	0,61	n.s.	-	n.s.	n.s.	0,1**	0,27
Nombre d'entreprises	n.s.	-	- 0,14**	0,14	n.s.	-	n.s.	-	- 0,1**	0,47	0,09**	0,26
Nombre de CS	n.s.	-	0,21**	0,18	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.	-
Caractéristiques générales de la firme												
Logarithme de la taille	n.s.	-	- 0,12**	0,14	0,12**	0,65	n.s.	-	0,09**	0,52	n.s.	-
Nombre niveaux hiérarchiques	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	0,08**	0,32	n.s.	-	n.s.	-
IAA (Réf. : intensité moyenne-faible)	n.s.	-	0,45**	0,22	0,24**	0,68	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-
Intensité faible	n.s.	-	0,21**	0,18	- 0,14**	0,59	- 0,27**	0,25	n.s.	-	0,12*	0,27
Intensité moyenne-haute	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	0,22**	0,35	n.s.	-	n.s.	-
Intensité haute	- 0,24**	0,35	- 0,52**	0,10	n.s.	-	0,19**	0,35	n.s.	-	n.s.	-
Localisation rurale (Réf. : urbaine)	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-
Diversité de la main-d'œuvre												
Catégories socioprofessionnelles	n.s.	-	- 0,14**	0,14	0,11**	0,65	- 0,09**	0,29	n.s.	-	n.s.	-
Genre	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	- 0,07**	0,48	n.s.	-
Nationalité	- 0,06*	0,39	0,09**	0,17	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-
Âge	n.s.	-	- 0,08*	0,14	- 0,16**	0,59	n.s.	-	n.s.	-	- 0,08**	0,23

Lecture : * significativité à 10 %, ** significativité à 5 %, n.s. le coefficient n'est pas significatif. Ces régressions sont menées sur l'échantillon total qui comprend 4 067 salariés et 2 330 entreprises.

Champ : salariés stables (un an d'ancienneté) des entreprises industrielles de cinquante salariés et plus.

Source : enquête COI, 1997, volet salariés (Dares) et entreprises (Sessi, Scees) appariées DADS.

Tableau B

Les effets de sélection dans l'organisation du système d'information

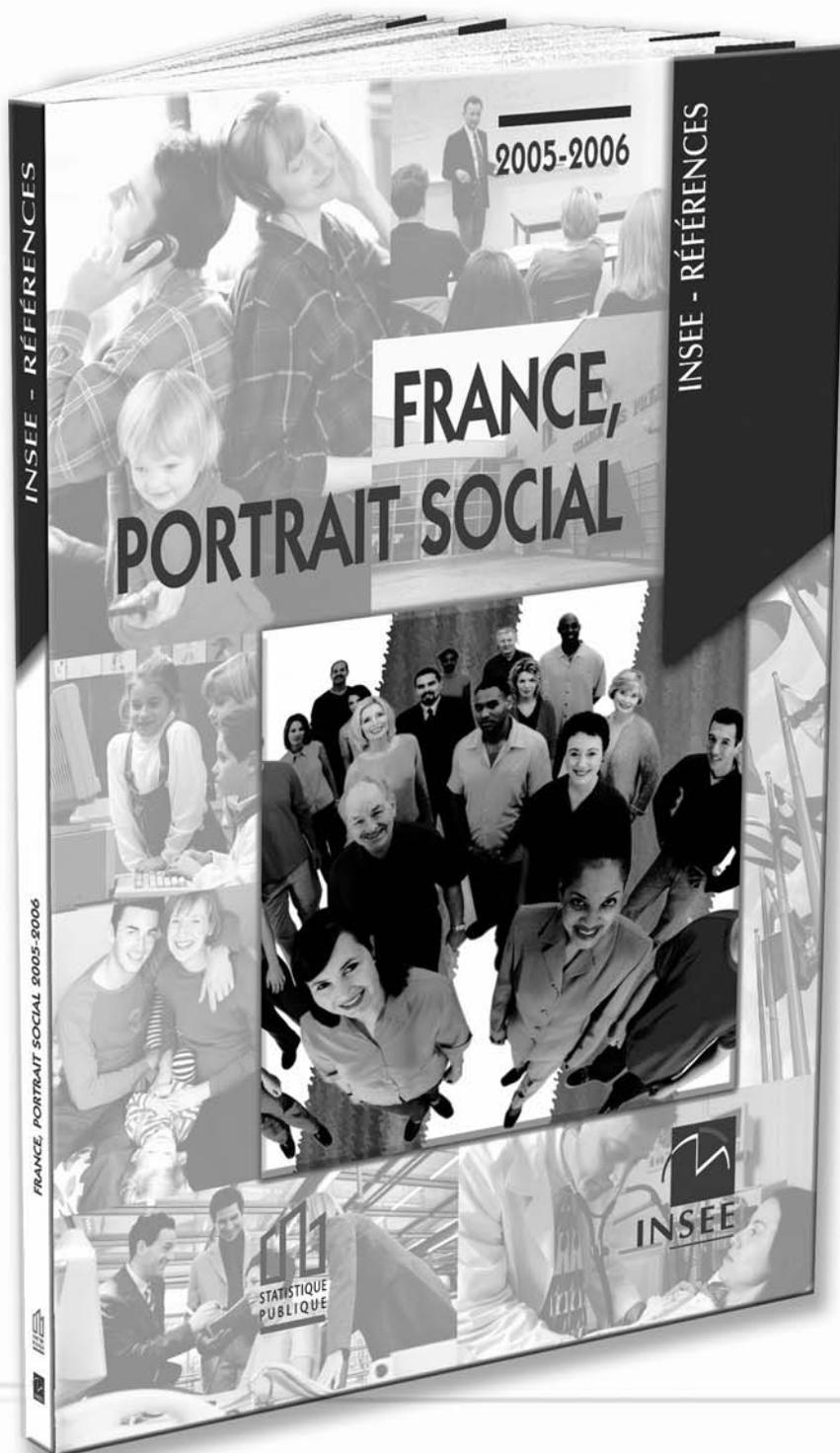
	Intensité de la communication								Réunions		Papier	
	Verticale		Horizontale		Autres services		Extérieur		Coeff.	Fréq.	Coeff.	Fréq.
	Coeff.	Fréq.	Coeff.	Fréq.	Coeff.	Fréq.	Coeff.	Fréq.				
Constante	n.s.	0,50	- 0,14*	0,47	- 0,46**	0,39	- 0,67**	0,34	- 0,33**	0,42	0,89**	0,71
Catégorie socioprofessionnelle du salarié (<i>Réf. : ouvriers qualifiés</i>)												
Cadres	n.s.	-	0,28**	0,53	0,89**	0,61	1,07**	0,60	1,47**	0,76	n.s.	-
Employés	n.s.	-	- 0,45**	0,36	n.s.	-	0,2*	0,38	- 0,38**	0,33	0,23**	0,75
Professions intermédiaires	0,16**	0,54	0,14**	0,50	0,43**	0,49	0,58**	0,48	0,53**	0,55	0,39**	0,78
Ouvriers non qualifiés	n.s.	-	n.s.	-	- 0,71**	0,24	- 1,08**	0,15	- 0,84**	0,24	- 0,57**	0,58
Caractéristiques personnelles du salarié												
Femme (<i>Réf. : homme</i>)	n.s.	-	- 0,1**	0,44	- 0,14**	0,35	- 0,28**	0,28	- 0,14**	0,39	- 0,16**	0,67
Étranger (<i>Réf. : français</i>)	0,11*	0,53	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	- 0,17**	0,38	n.s.	-
Rurale (<i>Réf. : urbaine</i>)	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	- 0,1*	0,40	n.s.	-
Âge	- 0,13**	0,47	- 0,31**	0,39	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-
Ancienneté	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-
Âge fin d'études	n.s.	-	n.s.	-	0,17**	0,43	0,2**	0,38	0,23**	0,47	0,14**	0,74
Formé au poste	0,2**	0,55	0,21**	0,52	0,21**	0,44	0,22**	0,39	0,32**	0,50	0,3**	0,77
Conjoint actif (<i>Réf. : célibataire</i>)	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-
Conjoint inactif	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-
Père agriculteur ou artisan (<i>Réf. : non qualifié</i>)	n.s.	-	n.s.	-	- 0,11*	0,36	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-
Cadre ou PI	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-
Mère active (<i>Réf. inactive</i>)	n.s.	-	0,06*	0,48	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-
Nombre d'entreprises	n.s.	-	- 0,1**	0,44	n.s.	n.s.	0,09**	0,36	n.s.	-	n.s.	-
Nombre de CS	n.s.	-	0,07*	0,48	0,07*	0,40	n.s.	-	0,10**	0,44	n.s.	-
Caractéristiques générales de la firme												
Logarithme de la taille	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	0,32**	0,50	n.s.	-
Nombre niveaux hiérarchiques	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-
IAA (<i>Réf. : intensité moyenne-faible</i>)	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	0,24**	0,39	n.s.	-	- 0,19**	0,67
Intensité faible	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	- 0,12*	0,31	n.s.	-	- 0,22**	0,66
Intensité moyenne-haute	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	0,16*	0,74
Intensité haute	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	- 0,29**	0,28	n.s.	-	0,26**	0,76
Localisation rurale (<i>Réf. : urbaine</i>)	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-	0,1*	0,36	0,10*	0,44	n.s.	-
Diversité de la main-d'œuvre												
Catégories socioprofessionnelles	0,08**	0,52	n.s.	-	n.s.	n.s.	0,2**	0,38	0,13**	0,45	0,09**	0,73
Genre	n.s.	-	- 0,07**	0,45	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-
Nationalité	n.s.	-	- 0,06*	0,45	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	-	- 0,06*	0,70
Âge	n.s.	-	- 0,09**	0,44	n.s.	n.s.	n.s.	-	- 0,17**	0,38	- 0,14**	0,68

Lecture : * significativité à 10 %, ** significativité à 5 %, n.s. le coefficient n'est pas significatif. Ces régressions sont menées sur l'échantillon total qui comprend 4 067 salariés et 2 330 entreprises.

Champ : salariés stables (un an d'ancienneté) des entreprises industrielles de plus de cinquante salariés.

Source : enquête COI, 1997, volet salariés (Dares) et entreprises (Sessi, Scees) appariées DADS.

Ce qui bouge dans la société...



- Trois dossiers d'actualités :
- les résidents des établissements pour personnes âgées ou handicapées,
 - la diversité dans la Fonction publique,
 - l'acquisition de la nationalité française par les immigrés...

En vente dans les librairies,
à l'Insee et sur www.insee.fr

15 € - Collection Références


INSEE