



L'ergonomia

al servizio della progettazione in sicurezza

Questa scienza può fornire un valore aggiunto nella progettazione industriale per garantire massime prestazioni e benessere. La posta in gioco per la sicurezza

di Carlo Bisio

Psicologo del lavoro ed ergonomo



Nel presente articolo si vogliono indicare gli aspetti principali attraverso cui l'ergonomia può dare un valore aggiunto nella progettazione. Per meglio comprendere nel corso dell'articolo i diversi concetti espressi, si farà riferimento ad un esempio¹. Immaginiamo che sia necessaria la progettazione di un locale da utilizzare come cucina in una scuola elementare. La richiesta sia quella di uno spostamento della cucina, in una diversa zona dell'edificio, per rendere più funzionale la mensa e più facili le consegne delle merci.

Qual è il ruolo dell'ergonomia nella progettazione

Una concezione centrata sull'uomo

Il ruolo dell'ergonomia nella progettazione è fondamentalmente quello di mantenere una concezione centrata sull'essere umano anziché sulla tecnologia.

Nella concezione *tecno-centrata* l'obiettivo principale è l'ottimizzazione dei sistemi tecnici, mentre l'essere umano deve adattarsi al sistema; prevale in essa la *logica del funzionamento*.

In una concezione *antropo-centrata* sono importanti le caratteristiche, le capacità e le risorse degli esseri umani, soprattutto il contesto d'uti-



La scienza ergonomica al servizio della progettazione non si basa soltanto sull'applicazione di norme standard, ma deve garantire che vengano soddisfatte le esigenze degli utilizzatori, la massima prestazione e il benessere. Ciò passa attraverso tecniche per supportare l'analisi delle esigenze, per simulare le situazioni future, per facilitare l'individuazione di problemi organizzativi nelle situazioni da progettare. Nell'articolo si esaminano i momenti e i modi attraverso i quali l'ergonomia può supportare la progettazione per la sicurezza.

¹ L'esempio è tratto da un caso reale, modificato per semplificare e adattare ai fini dell'articolo, e per rispettare la riservatezza.



lizzo dei sistemi in via di progettazione; prevale in essa la *logica dell'utilizzo*. Occorre rammentare che l'obiettivo dell'ergonomia è quello di migliorare sicurezza, salute e benessere da un lato, e le prestazioni del sistema dall'altro, vale a dire efficacia, affidabilità, qualità; tutto questo in una visione costruttiva della salute e cercando di sviluppare le risorse che permettono di preservarla.

Ergonomia dell'attività

Nell'approccio che si presenta, tipicamente francofono, si parla di *ergonomia dell'attività*; essa è caratterizzata dal considerare:

- le diversità presenti fra le diverse persone;
- situazioni in un contesto specifico, in un mondo reale e non di laboratorio;
- un'attività concreta diretta ad un fine.

L'attività, centrale nell'approccio ergonomico alle situazioni di lavoro, consiste in quello che viene fatto per svolgere il compito in una situazione specifica, includendo sia i comportamenti osservabili che non osservabili (l'attività mentale).

L'operatore: un regolatore del sistema

L'operatore è in questa prospettiva un attore della regolazione dei sistemi di lavoro.

Sui mezzi a disposizione per il lavoro e il compito giocano elementi esteriori all'azienda quali il mercato, la regolamentazione ed elementi interni all'azienda come gli obiettivi, le competenze presenti; i mezzi sono una risultante fra tutti questi elementi. Il punto di vista dell'ergonomia dell'attività sulla concezione dei sistemi tecnici, si basa su questi due punti:

- l'essere umano non è una variabile che deve adattarsi alla tecnologia;
- la progettazione deve rispondere a esigenze legate all'attività reale di lavoro, non a quella teorica o attesa.

L'ergonomia fornisce il proprio contributo:

- svolgendo un'analisi del lavoro e traducendo poi i risultati di tale analisi per farla diventare una risorsa per il progettista;
- gestendo gli aspetti partecipativi per accompagnare il processo di progettazione.

Gli aspetti temporali e sociali/partecipativi nella progettazione

La progettazione è un'attività di generazione e valutazione di soluzioni; nel corso di essa le rappre-



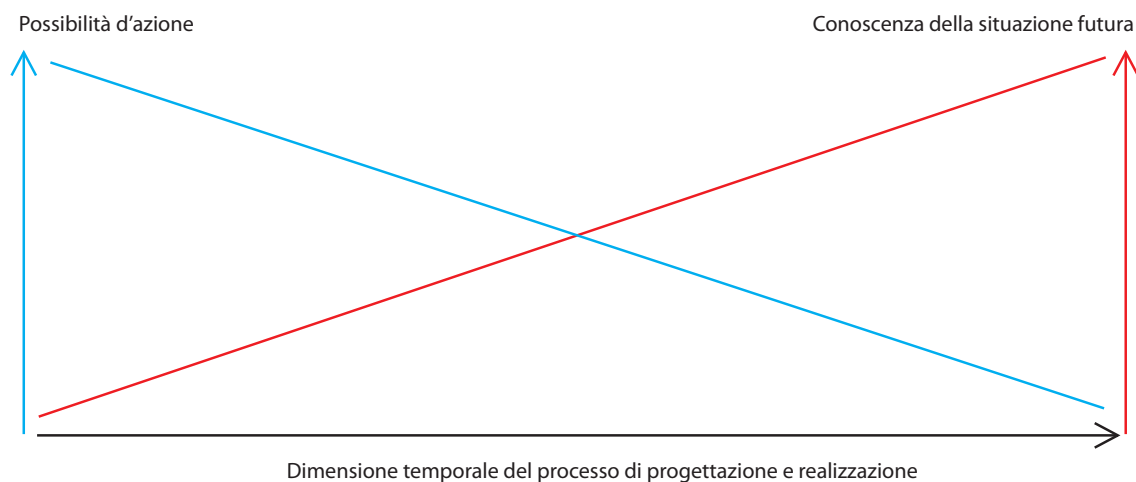


Fig. 1 - Evoluzione dei dati del problema durante un processo di progettazione

sentazioni dell'oggetto da progettare si trasformano e si giunge ad una graduale caratterizzazione dell'oggetto da concepire; queste trasformazioni spesso passano da più astratte a più concrete.

La domanda che l'ergonomia pone nel processo di progettazione è: *come sostenere la definizione delle funzioni del futuro sistema tenendo in conto il lavoro reale?*

Spesso esiste uno scarto fra le rappresentazioni dell'utilizzatore, del progettista, del decisore. Quindi una seconda domanda che l'ergonomia pone alla progettazione è: *come favorire l'arricchimento delle rappresentazioni prese in conto durante la progettazione?* Esiste un'importante dimensione sociale nei progetti: la progettazione è vista come una costruzione sociale e non come un processo soltanto cognitivo.

Dal punto di vista strettamente temporale, in un processo di progettazione c'è una riduzione dell'incertezza caratterizzata da irreversibilità; i momenti di irreversibilità corrispondono ai momenti delle decisioni importanti, attuate le quali non si può tornare indietro.

In Figura 1 si può vedere l'evoluzione dei dati del problema durante la progettazione; all'inizio del processo sono massime le possibilità d'azione e minime le conoscenze della situazione futura, mentre al termine sono minime le possibilità d'azione e massime le conoscenze della situazione finale. Come vedremo, il ruolo dell'ergonomia è anche quello di anticipare il più possibile le conoscenze rispetto alle decisioni da prendere, attraverso *l'analisi dell'attività* e attraverso *processi*

di simulazione.

A tal fine l'ergonomo cercherà di valorizzare gli aspetti partecipativi del progetto, suggerendo gruppi di lavoro e di regia, cercando il coinvolgimento degli attori principali, definendo momenti di confronto, simulazione, riflessione. Tali processi garantiscono il pilotaggio politico del progetto, il coordinamento tra i diversi specialisti, l'informazione e la consultazione degli operatori e dei loro rappresentanti, il collegamento tra i futuri utilizzatori e la progettazione.

Le fasi metodologiche nella progettazione: analisi, simulazione e formalizzazione

Concretamente le fasi attraverso cui l'ergonomia partecipa ai processi di progettazione sono tre: analisi, simulazione, formalizzazione di raccomandazioni e accompagnamento alla realizzazione.

1. La fase di analisi

In questa fase occorre analizzare a fondo il progetto, comprendere i problemi che motivano il cambiamento richiesto, arrivare ad una sufficiente specificazione delle finalità e degli obiettivi, comprendere quella che sarà la popolazione reale o attesa di utilizzatori, i cambiamenti previsti a medio termine; comprendere (e a volte contribuire a evidenziare) i ruoli di decisione del progetto rispetto ai ruoli di competenza tecnica, i rapporti fra questi ruoli e le diverse logiche che questi ruoli portano nel progetto.



Per fare questo è necessario realizzare colloqui con i principali ruoli coinvolti (ad esempio manutenzione, medico del lavoro, rappresentanti del personale, decisori, ufficio risorse umane, operatori, eccetera), raccogliere documentazione, osservare l'attività reale degli operatori.

Occorre ad esempio ottenere una descrizione iniziale del lavoro ("chi fa che cosa e in quali condizioni?"), una definizione delle principali variabilità presenti (nei prodotti, delle macchine e attrezzature, nell'organizzazione, ecc.), una descrizione per rapporti tra fasi a monte e a valle (ad esempio approvvigionamenti, smaltimento, ecc.). Ed occorre aiutare a immaginare l'attività futura per arricchire e guidare il processo di progettazione.

Per facilitare questo processo è necessario avere *situazioni di riferimento*; infatti, una caratteristica del processo di progettazione, è che la situazione finale non è ancora presente. Occorre individuare una o più situazioni da analizzare per produrre conoscenze che permettano di proiettarsi verso la situazione futura, per far emergere dati utili al progetto.

Si tratta ad esempio di situazioni dove siano assicurate le funzioni del futuro sistema, anche sotto altra forma, oppure in cui esistano componenti tecniche o organizzative del futuro sistema, o situazioni esistenti che corrispondano al contesto geografico, antropologico, sociale in cui il sistema funzionerà. La scelta di queste situazioni di riferimento è importante in quanto l'osservazione e l'analisi dell'attività avrà luogo in esse. Può trattarsi in certi casi del reparto o servizio prima della trasformazione, oppure di altri reparti o servizi considerati simili in base a specifici criteri. I tipi di informazione da ricercare in questa situazione di riferimento, prevalentemente tramite l'osservazione diretta, sono quelle che consentono di *anticipare le difficoltà incontrate o di conoscere le determinanti dell'attività futura*. Ad esempio talvolta si riscontra una sottostima del numero di interventi umani sul sistema, o interventi umani non facilitati dal dispositivo tecnico (difficoltà a diagnosticare problemi a intervenire per problemi di accessibilità o manutenzione, difficoltà a programmare i dispositivi, eccetera), o difficoltà di coordinamento tra operatori, impossibilità di sviluppare conoscenze circa il lavoro degli altri, o circa lo stato del sistema. Spesso si riscontra una contraddizione fra gli aiuti tecnici, centrati sull'ottimizzazione del funzionamento in periodi di stabilità, e l'attività degli operatori, rivolta alla prevenzione e al recupero delle disfunzioni.

Tutto ciò ha impatti sull'attività futura, sull'organizzazione, sull'uso e sulle attività cognitive, sull'attività fisica; in una parola sulla sicurezza, la prestazione, la qualità. (come mostrato in Fig. 2).

Fig. 2 - La fase di analisi

L'analisi dell'attività è stata condotta tramite:

- osservazione in campo dell'attività reale (per 2 giornate intere) nella situazione di riferimento, cioè la cucina attuale (quella che dovrà essere successivamente spostata);
- colloqui con gli operatori, i ruoli di responsabilità, i principali ruoli a staff (risorse umane, sicurezza, medico, ecc.), un rappresentante dei lavoratori, l'architetto progettista;
- analisi di documenti aziendali (ad esempio procedure; statistiche di performance, di sicurezza, di qualità, ecc.).

Gli elementi raccolti hanno consentito di:

- individuare punti di attenzione per la progettazione;
- a partire dalla progettazione di massima fornita dall'architetto progettista, definire una soluzione progettuale di dettaglio in bozza, da mettere alla prova tramite una simulazione;
- definire le Situazioni di Azione Caratteristica (SAC) per animare una simulazione.

Alcuni punti di attenzione emersi per la progettazione:

- posizionamento delle porte e delle pareti;
- i percorsi per la circolazione delle persone e dei carrelli nel locale cucina e i locali adiacenti;
- la separazione fra flussi di materiali «puliti» (destinati alla mensa) e quelli «sporchi» (ritirati dalla mensa)
- facilitare la comunicazione: altezza e trasparenza o meno delle pareti

2. La fase di simulazione

Le situazioni di azione caratteristiche (SAC)

Di particolare interesse per la fase di simulazione, è la costruzione di una *biblioteca di situazioni di azioni caratteristiche (SAC)*. Esse sono il ponte tra l'attività analizzata e l'attività futura, un insieme di compiti da mantenere nella situazione futura. Esse saranno utilizzate durante la simulazione (vedi oltre) per elaborare scenari da simulare. Caratteristiche delle SAC sono quelle di essere delle trasposizioni di parti del compito, con obiettivi da raggiungere, da parte di operatori specifici, in condizioni date.

Ad esempio può trattarsi di forme di variabilità che potranno apparire nel futuro sistema, classi di situazioni da gestire, aspetti la cui presenza condizionerà la struttura dell'attività. Le SAC attuali sono individuate nella situazione di riferimento durante



l'analisi del lavoro; le SAC future sono valutate a partire dalla probabilità di ritrovare quelle attuali nella futura situazione di lavoro. (vedi Fig. 3).

Fig. 3 – Esempi di Situazioni di Azione Caratteristica (SAC)

Durante la fase di osservazione in campo dell'attività sono state individuate le SAC destinate a diventare il punto di riferimento per la simulazione.

Esse sono state scelte sulla base di diversi criteri: la loro frequenza, o la loro importanza, o ancora la gravità potenziale dei problemi che potrebbero sorgere durante tali azioni. Il concatenamento di diverse SAC costituisce il cosiddetto «scenario di azione» che verrà poi usato per animare la simulazione.

Esempio di SAC:

- In cucina vi sono 2 persone: cuoco e aiuto cuoco, sono le ore 7.15 del mattino;
- l'aiuto cuoco sta lavando la verdura, contemporaneamente il cuoco inizia a preparare le cipolle;
- quando l'aiuto cuoco termina, aiuta il cuoco nella operazione che sta facendo;
- verso le 7.40 arriva il fornitore del pane
- occorre gestire la consegna del pane (una persona a scelta fra le due presenti)

I momenti di simulazione portano un grande valore nel processo di progettazione; essi non consistono in una simulazione del processo o del funzionamento bensì in una simulazione della attività reale di lavoro.

Si cercherà di simulare l'attività futura probabile, attraverso un dispositivo che permetterà agli operatori di mettere in atto la propria attività in un quadro particolare, che corrisponde all'oggetto della progettazione.

Esistono diversi tipi di simulazione:

- **Simulazione a scala reale:** permette di realizzare un'attività a grandezza reale, in cui gli operatori possano provare fisicamente la futura situazione; è pertinente a progettazione di posti di lavoro circoscritti materialmente e geograficamente, ed è pertinente alla dimensione fisica del lavoro; fra i limiti di questo tipo di simulazione: gli investimenti importanti per creare una situazione prototipo, il fatto che essa sia possibile soltanto quando il progetto è sufficientemente avanzato, è poco adatta a progetti di grandi dimensioni come stabilimenti, palazzi, processi industriali, ad aspetti immateriali come l'organizzazione la gestione; poco adatta

a simulare le dimensioni non fisiche del lavoro quali le attività cognitive, il trattamento delle pratiche, ecc.

- **Simulazione a scala ridotta:** permette potenzialmente di trattare progetti complessi o di grandi dimensioni e di simulare diversi aspetti dell'attività; necessita di uno sforzo di immaginazione per concepire un supporto di simulazione adatto alla natura immateriale del progetto (aspetti organizzativi, di processo, management), e alla natura dell'attività da simulare (attività cognitive, comunicazione, lavoro cooperativo);
- **Simulazione tramite racconto:** essa corrisponde ad una descrizione verbale dell'attività da parte degli operatori, ha il rischio di una proiezione debole nell'attività futura; in definitiva rischia di essere poco attendibile.
- **Simulazione aumentata tramite avatar di mediazione dell'attività:** un avatar è un oggetto che permette l'incarnazione dell'azione di un operatore; l'operatore "gioca" ciò che pensa possa capitare all'avatar, manipolandolo; in questo tipo di simulazione c'è una grande similitudine dei criteri che devono essere tenuti presenti per la coerenza con la realtà:
 - continuità cronologica (l'avatar non salta da una parte all'altra o da un momento all'altro)
 - cognitiva (per ogni azione ci si chiede come l'operatore ha saputo che occorreva coinvolgersi e come ha saputo di aver raggiunto l'obiettivo soddisfacente)
 - verosimiglianza fisiologica (non si schiacciano allo stesso tempo due bottoni distanti 2 m, non si parla a un operatore situato a 15 m in un ambiente rumoroso, non si legge un'etichetta troppo distante, non si memorizzano in cinque minuti 15 valori differenti).

Lo scenario d'azione

Per scenario d'azione s'intende la descrizione narrativa di un concatenamento fittizio ma realista di azioni o sequenze di azioni di un individuo o un gruppo di individui in una situazione di lavoro che si svolge in condizioni e in un contesto organizzativo ipotetico.

Lo scenario d'azione deve permettere agli operatori che partecipano a una simulazione di sapere quale situazioni di azioni giocare sul supporto di simulazione. L'obiettivo della simulazione è quello di svolgere lo scenario d'azione fino al termine.



La simulazione deve corrispondere anche ad altre esigenze:

- permettere la rappresentazione e l'evoluzione degli elementi di prescrizione sotto forma di scenario;
- permettere la modifica collettiva degli scenari di prescrizione;
- permettere la simulazione dell'attività (per ciò occorre aver definito le dimensioni da simulare dell'attività e disporre di un avatar di mediazione dell'attività).

Gran parte delle simulazioni realizzate tramite computer, sebbene tendano a fornire una visione tridimensionale del futuro spazio, non corrispondono alle esigenze citate. (vedi Fig. 4)

Fig. 4 – La fase di simulazione

Per la simulazione è stato necessario:

- Predisporre una bozza tridimensionale in scala 1:200 della cucina e dei locali adiacenti, con uno «scenario di prescrizione» consistente in una sistemazione predefinita di mobili, macchine e attrezzature, luoghi di passaggio, ecc.
- Definire uno «scenario di azione», cioè un insieme di SAC da simulare (vedi Box precedente);
- Allestire uno spazio per la simulazione, convocando gli operatori, i ruoli di responsabilità e di staff coinvolti nel funzionamento del sistema quali sicurezza, risorse umane; ma anche un rappresentante della Direzione, un rappresentante dei lavoratori, l'architetto progettista;
- Preparare dei semplici avatar materiali perché gli operatori potessero rappresentare la propria presenza e le proprie azioni durante la simulazione sulla bozza tridimensionale.

Durante la simulazione gli ergonomi richiedevano agli operatori di svolgere lo scenario di azione (preventivamente presentato per una validazione al gruppo dei presenti), e richiedevano a tutti i presenti di dire, anche interrompendo l'azione, quali problemi si presentavano secondo il proprio punto di vista e la funzione rappresentata.

Sono stati così raccolti durante la simulazione molti elementi problematici per la sicurezza, la qualità, la produttività, ecc. attorno ai quali si è immediatamente discussa una soluzione.

La bozza tridimensionale è stata contestualmente modificata con l'accordo del gruppo dei presenti, in base alle soluzioni che da mano a mano venivano discusse ai problemi rilevati.

Sono stati ad esempio rilevati e discussi problemi relativi agli spazi di passaggio, alla possibilità di smaltire prontamente alcuni materiali, ecc.

La fase di raccomandazioni e accompagnamento

È sulla base della propria conoscenza del progetto, dei risultati dei diversi momenti di simulazione, del confronto con gli altri attori e fra gli altri attori nei momenti di partecipazione, che l'ergonomo sarà in grado a questo punto di redigere un documento contenente le proprie raccomandazioni, e di presentarlo e discuterlo con gli altri ruoli chiave del processo, primo fra tutti il progettista.

Il ruolo dell'ergonomo sarà ancora quello di accompagnare il processo di realizzazione. (vedi Fig. 5)

Fig. 5 – Le raccomandazioni a disposizione del progettista

La simulazione ha consentito di mettere a punto una serie di raccomandazioni, già passate al vaglio del gruppo dei presenti alla simulazione (che andavano da un rappresentante della Direzione all'architetto progettista, agli operatori e loro dirigenti, ai ruoli di staff quali sicurezza, risorse umane, medico, un rappresentante dei lavoratori).

Fra le soluzioni discusse, ad esempio:

- una diversa suddivisione fra spazi di lavoro e di circolazione;
- la creazione di una seconda porta per l'entrata del flusso di materiali di ritorno dalla mensa verso la cucina;
- la presenza di un cestino spazzatura vicino all'entrata nei pressi del lavamani (vicino alle scale di uscita verso l'esterno);
- il cambiamento della sistemazione del piccolo spazio ufficio (per la gestione degli aspetti amministrativi) vicino all'entrata, ruotandolo di 180°, al fine di facilitare il passaggio di persone e carrelli;
- il cambiamento della sistemazione dei frigoriferi nel locale dispensa per permettere un accesso più facile anche ai fini manutentivi;
- una diversa sistemazione di una parete nella zona di preparazione a freddo, per tenere conto della circolazione dei diversi flussi di materiali e ottimizzare l'accesso al locale;
- una diversa posizione dei mobili nella zona a caldo per facilitarne l'uso.

Perché l'approccio basato sull'uso di norme e standard non è valido

A volte i progettisti si avvalgono in modo quasi esclusivo di fonti di normazione volontaria internazionale o della legislazione cogente locale, confondendo l'ottemperanza a norme con una



Individuare misure di miglioramento, quali modifiche del sistema, per recuperare carenze progettuali, ha un costo molto più elevato rispetto a creare delle condizioni ottimali preventivamente, in fase di progettazione.

progettazione funzionale e ottimale.

Come di consueto le norme volontarie o di legge costituiscono un necessario e opportuno punto di riferimento, e l'ottemperanza ad esse, anche qualora volontarie, è sempre una buona prassi. Tuttavia un approccio prevalentemente normativo alla progettazione rischia di non tenere in debito conto l'attività reale in situazioni di riferimento, il valore aggiunto che processi di partecipazione e di simulazione possono fornire. Il valore metodologico dell'ergonomia non può essere ridotto ad una tendenza alla standardizzazione e alla normazione; ciò, se risolve spesso i problemi per i progettisti, non risolve affatto quelli degli utilizzatori del sistema, dei manutentori, ecc.; trovarsi di fronte ad un sistema progettato nel rispetto di norme, ma in cui si riscontrino disfunzioni di qualunque natura (da difficoltà operative, manutentive, scarti fra quello che viene prescritto e quello che viene fatto, infortuni o incidenti, problemi di qualità), fa spes-

so rimpiangere di non aver messo in atto, fin dai primi momenti del processo di progettazione, le competenze e le attività descritte sopra.

Gli ambiti della progettazione

I principi e le tecniche sopra descritte possono essere utili nella progettazione di luoghi di lavoro, macchine e processi industriali; ma allo stesso modo nella progettazione di variabili organizzative quali ad esempio un orario di lavoro, una procedura, un flusso di comunicazione; o ancora nella progettazione di supporti cognitivi all'azione quali software, siti, moduli, ecc. In ciascuno di questi ambiti è possibile procedere ad un'analisi dell'attività in una situazione di riferimento, all'individuazione di SAC, alla messa in atto di processi partecipativi, alla realizzazione di simulazioni tramite supporti che andranno di volta in volta confezionati sulla base delle variabili importanti da simulare.

La posta in gioco per la sicurezza e la salute

Sistemi che siano stati progettati secondo le fasi sopra descritte facilitano la sicurezza, la prestazione e il benessere nell'attività di lavoro.

Troppo spesso, a valle di un infortunio, l'analisi delle cause radicali mette in luce carenze che in fase di progettazione sarebbero potute essere previste e gestite, se invece che applicare soltanto una norma, si fosse messo in atto un processo più partecipativo e aderente ai canoni dell'ergonomia dell'attività.

Individuare misure di miglioramento, quali modifiche del sistema, per recuperare carenze progettuali, ha un costo molto più elevato rispetto a creare delle condizioni ottimali preventivamente, in fase di progettazione. ■

Riferimenti bibliografici

- Béguin P., L'ergonomie, acteur de la conception, in Falzon (a cura) Ergonomie, PUF, 2004
- Daniellou F., L'ergonomie dans la conduite de projets de conception de systèmes de travail, in Falzon (a cura) Ergonomie, PUF, 2004
- Daniellou F. et al. (a cura), Comprendre le travail pour le transformer. La pratique de l'ergonomie, ANACT, 2007