

# La Recherche en ergonomie en Belgique

Action des Services fédéraux des Affaires Scientifiques, Techniques et Culturelles (SSTC)

Rapport de synthèse

Prof. J. Malchaire

Unité Hygiène et Physiologie du travail

Université catholique de Louvain

SSTC ergo 21 06 01

## Plan

- Définition de l'ergonomie
- Développement de l'ergonomie en Belgique et dans les entreprises
- Évolution de la législation
- Programmes de recherches SSTC sur la santé au travail
- Synthèse des actions des SSTC
- Avenir de la recherche en ergonomie

SSTC ergo 21 06 01

## Définition de l'ergonomie

L'ergonomie étudie l'ensemble des interactions entre l'homme et sa situation de travail, dans le but de :

- concevoir ou d'adapter cette situation
- aux caractéristiques physiques, mentales, psychiques et sociales de l'homme
- et de permettre le travail dans des conditions optimales de confort, de santé, de sécurité et d'efficacité.

SSTC ergo 21 06 01

## Définition de l'ergonomie

- Pas réellement une «discipline»
  - Mais multidisciplinaire et interdisciplinaire
  - Reprend et assemble en un tout cohérent des connaissances de disciplines aussi diverses que la physiologie, la psychologie du travail et les sciences de l'ingénieur.
- Science de "mise en œuvre des connaissances scientifiques" (SELF) qui s'adresse
  - Aux travailleurs eux-mêmes
  - Aux personnes appelées à intervenir sur le terrain, dans les entreprises, pour concevoir ou adapter ces situations de travail.

SSTC ergo 21 06 01

## Développement de l'ergonomie en Belgique et dans les entreprises

- 1950
  - ULB : ergonomie cognitive
  - IHM : ergonomie physiologique
- Situation actuelle de la recherche
  - 5 + 5 dans les universités + 2 - 4 extérieurs
- Commissariat Général à la Promotion du Travail
- 1986: Belgian Ergonomics Society
- Division de l'Humanisation et de la Promotion du Travail

SSTC ergo 21 06 01

## Évolution de la législation

- Directive européenne cadre 89/391
  - "d'adapter le travail à l'homme, en particulier en ce qui concerne la conception des postes de travail, le choix des équipements de travail et des méthodes de travail et de production, ..."
- Directive européenne 90/270 consacrée au travail sur écran de visualisation : AR 12 - 8 - 93
- Directive européenne 90/269 consacrée au transport manuel de charges : AR 27 - 8 - 93

SSTC ergo 21 06 01

## Évolution de la législation

- Loi sur le bien-être 4 - 8 - 1996
- A.R. SEPP 27 - 3 - 1998 : Spécialité Ergonomie
- Formation et rôle ??
  - INTER vs JUXTA disciplinarité

SSTC ergo 21 06 01

## Programmes de recherches dans le domaine de la santé au travail

- Programme d'impulsion "Risques pour la Santé", 1990 - 1994
- Programme d'appui scientifique à la "Protection du Travailleur en matière de Santé", 1994-1998
- Deuxième programme d'appui scientifique à la "Protection du Travailleur en matière de Santé", 1998-2003

SSTC ergo 21 06 01

|     |   |  |
|-----|---|--|
| 1.  | Plaintes dorsales chez le personnel soignant: étude épidémiologique, anthropométrique et ergonomique  | J. P. Clarijs (VUB)  |
| 2.  | Pathologie musculosquelettique du membre supérieur  | J. Malchaire (UCL)   |
| 3.  | Détermination des risques de surcharge en milieu professionnel  | A. Spaepen (KUL)   |
| 4.  | Evaluation multi- et interdisciplinaire de la problématique de la colonne vertébrale cervicale et lombaire du personnel hospitalier (infirmier) avec le développement et la mise en œuvre d'un programme de prévention primaire | J. P. Clarijs (VUB)  |
| 5.  | Evolution de l'atteinte neurologique périphérique et de la capacité fonctionnelle de la main en fonction de l'exposition aux vibrations, des facteurs ergonomiques et des facteurs de risque individuels: étude prospective     | J. Malchaire (UCL)   |
| 6.  | Analyse des troubles musculosquelettiques dans l'environnement du travail liés aux tâches répétitives et à la surcharge du dos  | A. Spaepen (KUL)   |
| 7.  | Stratégie de prévention collective des risques musculosquelettiques des membres supérieurs- Optimisation de la prévention individuelle en fonction des contraintes de travail   | J. Malchaire (UCL)   |
| 8.  | Prévention des troubles musculosquelettiques au moyen du rapport charge/capacité de charge  | A. Spaepen (KUL)   |
| 9.  | Facteurs organisationnels et psychosociaux et développement de troubles musculosquelettiques des membres supérieurs   | J. Malchaire(UCL)<br>G. Kamas (ULB)<br>J. Bundervoet (KUL)         |
| 10. | Etude de cohorte des facteurs étiologiques et pronostiques des lombalgies à caractère professionnel   | Masschelein R. (KUL)<br>Ph. Mairiaux P. (Ulg),<br>G. Moens (IDEWE) |

SSTC ergo 21 06 01

## Prof. J. P. Clarijs (VUB)

1. Plaintes dorsales chez le personnel soignant: étude épidémiologique, anthropométrique et ergonomique

4. Evaluation multi- et interdisciplinaire de la problématique de la colonne vertébrale cervicale et lombaire du personnel hospitalier (infirmier) avec le développement et la mise en œuvre d'un programme de prévention primaire

SSTC ergo 21 06 01

## 1. Plaintes dorsales chez le personnel soignant: étude épidémiologique, anthropométrique et ergonomique.

- Professeur J. P. Clarijs
- Objectifs
  - Recherche de la relation entre les problèmes lombaires et les contraintes professionnelles du personnel soignant

SSTC ergo 21 06 01

## Méthodologie

- Questionnaires validés concernant
  - Données personnelles, santé...
  - Contraintes professionnelles et environnement de travail
  - Plaintes et inconforts musculosquelettiques
  - Contrôle de la douleur
- Tests de capacité de mobilité à l'ISOstation B200
- Enregistrement des mouvements en 2-D (VICON) et 3-D (APAS)
- Mesurages anthropométriques

SSTC ergo 21 06 01

## Résultats

- Anthropométrie et morphologie: pas d'association avec les problèmes lombaires
- Idem pour le tassement de la colonne vertébrale
- Mises en évidence de facteurs ergonomiques:
  - Les lits réglables en hauteur ↓ contraintes dorsales

SSTC ergo 21 06 01

## 4. Évaluation de la problématique de la colonne cervicale et lombaire du personnel hospitalier et développement d'un programme de prévention primaire.

- Professeur J. P. Clarijs
- Objectifs:
  - Développement d'un modèle de prévention des problèmes de nuque et du bas du dos

SSTC ergo 21 06 01

## Méthodologie

- Mesurages
  - Forces et angulations des membres supérieurs et inférieurs
  - Mouvements de la colonne en continu
  - EMG lors d'une simulation avec patient alité
- Étude de la relation avec les problèmes de nuque et dos
  - Valeurs discriminantes des facteurs professionnels
  - Validation d'un modèle de prévention primaire

SSTC ergo 21 06 01

## Résultats

- Équation discriminante de 43 variables
  - Classement correct dans 83 % des cas
- Même force de discrimination pour les 43 variables
- 3 variables principales:
  - Angoisse envers le travail : 80,8 %
  - Techniques de coping : 79,5 %
  - Sévérité de douleurs ressenties dans des situations différentes : 74 et 78 %

SSTC ergo 21 06 01

## Prof. J. Malchaire (UCL)

- 2. Pathologie musculosquelettique du membre supérieur
- 5. Evolution de l'atteinte neurologique périphérique et de la capacité fonctionnelle de la main en fonction de l'exposition aux vibrations, des facteurs ergonomiques et des facteurs de risque individuels: étude prospective
- 7. Stratégie de prévention collective des risques musculosquelettiques des membres supérieurs- Optimisation de la prévention individuelle en fonction des contraintes de travail
- 9. Facteurs organisationnels et psychosociaux et développement de troubles musculosquelettiques des membres supérieurs

(G. Karnas (ULB), J. Bundervoet (KUL))

SSTC ergo 21 06 01

## 2. Pathologie musculosquelettique du membre supérieur: étude prospective

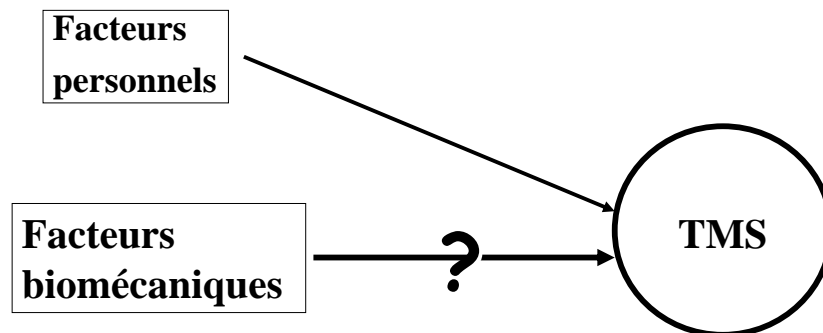
- Professeur J. Malchaire
- Objectifs:
  - Importance et évolution des TMS
  - Quantification des contraintes professionnelles : angles, forces, vitesses, répétitivité
  - Relation facteurs biomécaniques - TMS
  - Validité de tests fonctionnels pour la détection précoce des TMS

SSTC ergo 21 06 01

## Méthodologie

- Interview (120q) de 1496 personnes dans 5 secteurs industriels
  - Caractéristiques personnelles, santé, activités prof. actuelles et antérieures...
  - Antécédents TMS
- Suivi annuel (3x) de 206 personnes à 14 postes de travail
  - Tests fonctionnels
    - Conduction nerveuse
    - Seuil de discrimination au toucher et vibrations
    - Angles et forces maximaux
  - Mesurage des contraintes moyennes au travail

SSTC ergo 21 06 01



SSTC ergo 21 06 01

## Résultats

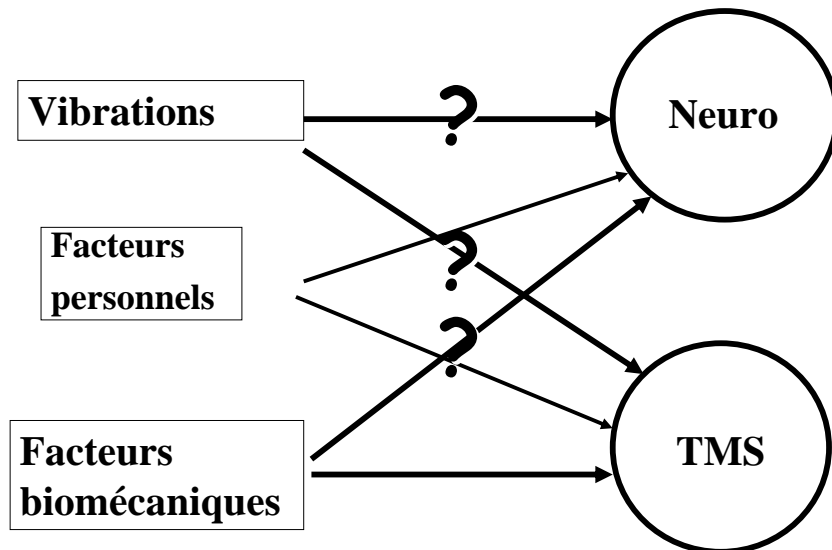
- Prévalence de TMS en **f** (secteur, contraintes): nuque, épaules, coudes et poignets
- Incidence TMS poignets : 0 à 30% selon le secteur
- Association entre TMS poignets et
  - Facteurs personnels : maladies chroniques, sport de raquette,
  - Contraintes professionnelles :  
forces > vitesse flexion-extension > répétitivité > angles
- Association entre contraintes professionnelles et résultats aux tests fonctionnels
- MAIS, aucune valeur prédictive de ces tests

SSTC ergo 21 06 01

## 5. Troubles neurologiques périphériques et capacité fonctionnelle de la main en fonction de l'exposition aux vibrations, des facteurs ergonomiques et des facteurs de risque individuels

- Professeur J. Malchaire
- Étude prospective.

SSTC ergo 21 06 01



SSTC ergo 21 06 01

### • Objectifs:

- Prévalence et Incidence de problèmes neurologiques et TMS chez des travailleurs exposés aux vibrations
- Relations avec les facteurs de risque professionnels et extra professionnels
- Validité d'une batterie de tests fonctionnels et sensitifs pour le dépistage précoce des troubles neurologiques.

SSTC ergo 21 06 01

## Méthodologie (1)

- Trois groupes :
  - GV : 69 exposés aux vibrations, de 6 secteurs industriels
  - GL : 62 personnes travaux lourds et répétitifs des poignets
  - GI : 46 personnes travaux légers et non répétitifs
- Questionnaire de 160 questions
- Examen clinique
- Batterie de tests fonctionnels et sensitifs

SSTC ergo 21 06 01

## Méthodologie (2)

- Contraintes biomécaniques
  - Mesurages des efforts, postures, vitesses et répétitivité au niveau des deux poignets
    - EMG de surface et goniomètres électroniques
- Vibrations
  - Amplitudes et fréquences.

SSTC ergo 21 06 01

## Résultats

|                                | GV  |   | GL  |   | GI  |
|--------------------------------|-----|---|-----|---|-----|
| Prévalence de TMS (poignets) : | 70% | > | 55% | > | 30% |
| Plaintes neurologiques :       | 40% | > | 20% | = | 20% |
| Incidence de TMS:              | 15% | > | 10% | > | 6%  |
| Plaintes neurologiques :       | 13% | > | 5%  | > | 2%  |

Tests fonctionnels et sensitifs non prédictifs

Développement de TMS =  $f$  (force)

Développement de troubles neurologiques =  $f$  (vibrations)

SSTC ergo 21 06 01

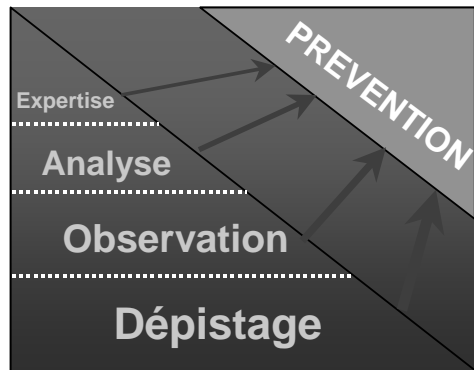
## 7. Stratégie de prévention des TMS

- Professeur J. Malchaire
- Objectifs:
  - Développer et valider une stratégie de prévention pour:
    - l'adapter aux compétences disponibles
    - définir la complémentarité entre les intervenants successifs
    - assurer la gestion dynamique de ces risques

SSTC ergo 21 06 01

## Méthodologie

- Développement itératif
- Validation en entreprises ou par témoins



SSTC ergo 21 06 01

## Résultats

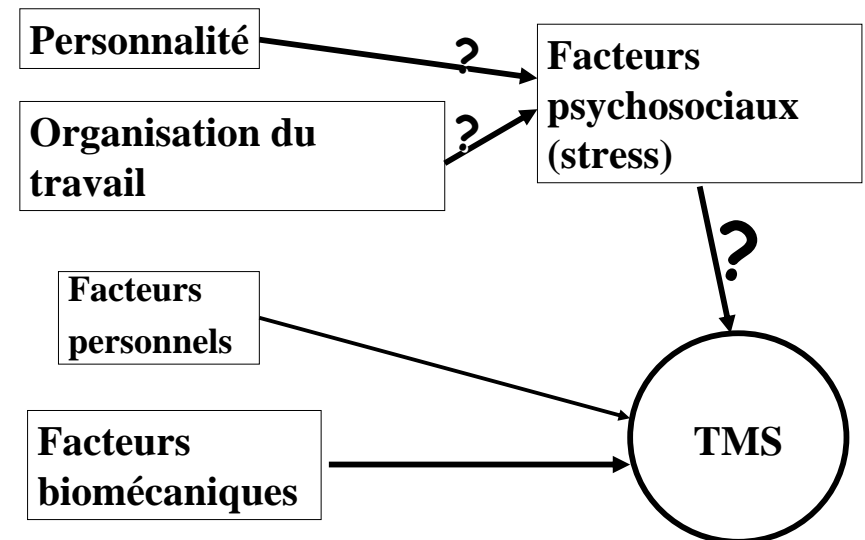
- Méthode de *Dépistage*: dépliant
- Procédure d'*Observation*: 20 de fiches de travail
- Procédure d'*Analyse*: séparation entre :
  - Évaluation du risque
  - Prévention
- Procédure d'*Expertise*

SSTC ergo 21 06 01

## 9. Facteurs organisationnels et psychosociaux et développement de TMS

- Prof. J. Malchaire (UCL), Prof. G. Karnas (ULB), Prof J. Bundervoet (KULeuven)
- Objectifs:
  - Quantifier les différences interindividuelles de contraintes musculosquelettiques qui contribuent au développement des TMS
  - Quantifier la relation entre ces contraintes et
    - Les aspects organisationnels de la situation de travail
    - Les caractéristiques personnelles des sujets
    - Leurs capacités fonctionnelles

SSTC ergo 21 06 01



SSTC ergo 21 06 01

## Méthodologie

- Phase 1: Mise au point méthodologie interdisciplinaire
- Phase 2: Sélection de +- 300 sujets
- Phase 3: Entretien personnel:
  - Données personnelles, état de santé
  - Antécédents biomécaniques et examen clinique
  - Capacités psychomotrices et fonctionnelles
  - Caractéristiques psychologiques

SSTC ergo 21 06 01

## Méthodologie

- Phase 4: Analyse des contraintes
  - Enregistrement vidéo de chaque sujet
    - Analyse détaillée des mouvements (angles, répétitivité,...)
  - Contraintes psycho-organisationnelles
    - Karasek
    - Enquête après des responsables de production et DRH

SSTC ergo 21 06 01

## Méthodologie

- Phase 5: Surveillance de l'évolution des contraintes
- Phase 6: Deuxième interview et examen clinique de l'étude prospective
- Phase 7: Analyse statistique des données
- Phase 8: Aspects éthiques et recommandations pour actions

## Résultats

... en cours

SSTC ergo 21 06 01

## Prof. A. Spaepen (KUL)

3. Détermination des risques de surcharge en milieu professionnel
6. Analyse des troubles musculosquelettiques dans l'environnement du travail liés aux tâches répétitives et à la surcharge du dos
8. Prévention des troubles musculosquelettiques au moyen du rapport charge/capacité de charge

SSTC ergo 21 06 01

### 3. Détermination des risques de surcharge en milieu professionnel

- Professeur A. Spaepen
- Objectifs: développement de systèmes pour
  - L'enregistrement et l'évaluation automatiques et en continu des mouvements
  - L'enregistrement de la charge mécanique pour déterminer les efforts aux différentes articulations
  - L'enregistrement télémétrique d'EMG de longue durée
  - La rédaction d'un rapport de synthèse multimédia

SSTC ergo 21 06 01

### Méthodologie

- Calcul des coordonnées tridimensionnelles à partir de marqueurs placés sur la personne (système Kinemetrix)
- Mesurage des forces d'appui par une plate forme de force Bertec
- Techniques EMG

SSTC ergo 21 06 01

### Résultats

Développement des systèmes répondant aux objectifs avec:

- Reproduction synchronisée des données
- Relation directe avec la réalité par les enregistrements vidéo
- Présentation des résultats dans un rapport multimédia

→ Instrument d'investigation dans les entreprises

- Détection des problèmes
- Adaptation des postes de travail
- Formation des travailleurs

SSTC ergo 21 06 01

### 6. Analyse des TMS liés aux tâches répétitives et à la surcharge du dos.

- Professeur A. Spaepen
- Partie pratique :
  - Instrumentation et méthodologie pour l'enregistrement de la charge physique au cours du travail
  - Analyse de la charge physique au niveau des membres supérieurs et du dos au poste de travail.
- Partie théorique :
  - Signaux EMG de fatigue musculaire locale
  - Modèle de prédiction de la fatigue musculaire locale
  - Coordination entre muscles et influence de la fatigue musculaire locale sur cette coordination.

SSTC ergo 21 06 01

## Résultats: partie pratique

- Un système mobile à 6 caméras IR enregistre les mouvements grâce à des marqueurs réflecteurs sur le corps
- Une plate forme de forces mesure la contrainte corporelle
- Un système télémétrique IR et radio d'EMG de 8 canaux
- Systèmes synchronisés et gérés par ordinateur
- Modules de calcul de la contrainte
  - au niveau du bas du dos pour des activités de levage
  - au niveau des épaules pour les activités répétitives des membres supérieurs
- Résultats présentés sous forme d'une présentation multimédia interactive
  - montre visuellement le lien entre les activités professionnelles et les paramètres physiologiques.

SSTC ergo 21 06 01

## Résultats: partie théorique

- Schéma de coordination (synergie) des muscles, avec et sans fatigue musculaire
- Prédiction de l'endurance d'un muscle

SSTC ergo 21 06 01

## 8. Prévention des TMS au moyen du rapport charge/capacité de charge

- Professeur A. Spaepen
- Objectifs:
  - Méthode simple pour "non-spécialistes"
    - donnant au travailleur un feedback quant aux efforts fournis
    - lui permettant de définir des façons de travailler moins contraignantes
  - Outil d'évaluation de la charge de l'appareil locomoteur
    - en relation avec la capacité du travailleur
  - Classification de la contrainte de travail

SSTC ergo 21 06 01

## Méthodologie

- 27 travailleurs de 3 postes de travail dans l'industrie automobile
  - Questionnaire, données personnelles, santé...
  - Caractéristiques anthropométriques
  - Charge de travail sur l'échelle de Borg
  - FMV 4 x par jour pour élévation de l'épaule, flexion du coude, adduction, extension et flexion du bras, avec enregistrement des signaux EMG des groupes musculaires
  - Force en continu par EMG sur le lieu du travail
  - Tests d'endurance 4 x par jour

SSTC ergo 21 06 01

## Résultats

... en cours, intégrant

- Les tests d'endurance
- La relation entre force et EMG
- La classification des contraintes
- Les données des cycles de travail

SSTC ergo 21 06 01

Prof. Masschelein R. (KUL),

Prof. Ph. Mairiaux P. (Ulg)

Prof. G. Moens (IDEWE)

10. Etude de cohorte des facteurs étiologiques et pronostiques des lombalgies à caractère professionnel

SSTC ergo 21 06 01

## 10. Facteurs étiologiques et pronostiques des lombalgies à caractère professionnel.

- Prof. Masschelein R. (KULeuven), Prof. Mairiaux P. (ULg), Prof. Moens G. (IDEWE)
- Objectifs:
  - Identification des facteurs de risque physiques et psychosociaux
    - Déclenchants : étiologiques
    - Aggravants : pronostiques
  - Développement et validation d'une méthode utilisable par les préventeurs sur le terrain

SSTC ergo 21 06 01

## Résultats

- ... en cours

SSTC ergo 21 06 01

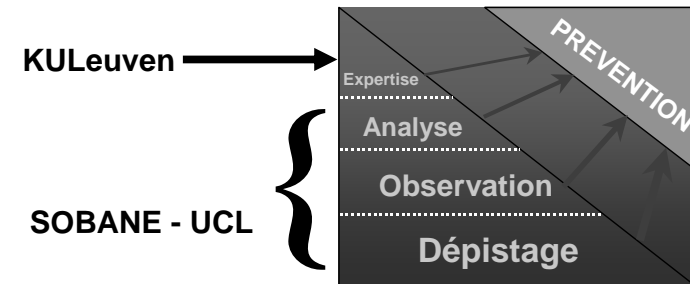
## Synthèse des actions des SSTC

- Séparation ergonomie physiologique – ergonomie cognitive
- Interdisciplinarité et collaboration multicentre:  
second programme d'appui 1998-2003
- Objectifs premiers atteints :
  - Reconnaissance internationale des équipes belges
  - Participation à des projets européens
  - Développements de jeunes chercheurs et doctorats
    - Enrichissement du potentiel de recherche en ergonomie
    - Mais reste à préserver

SSTC ergo 21 06 01

## Synthèse

- 7 recherches épidémiologiques:
  - Dos et membres supérieurs
  - Relations dose – effet ou dose – réponse
- 3 (4) recherches de méthodes de prévention



SSTC ergo 21 06 01

## Avenir de la recherche en ergonomie

- Vieillesse au travail
- Travail et vieillissement
- Nouvelles formes d'organisation du travail
  - Travail intérimaire
  - Télétravail
  - Flexibilité du travail
  - Réduction de la durée de travail

SSTC ergo 21 06 01

## Avenir de la recherche en ergonomie

Ergonomie: Science de "mise en œuvre des connaissances scientifiques"

- Élaboration et validation de stratégies de prévention en tenant compte des particularités et des compétences des interlocuteurs
  - Élaboration et validation d'outils aux différents niveaux de ces stratégies d'intervention ergonomique
  - Élaboration et validation de tels outils par secteurs professionnels
  - Mise au point d'outils d'évaluation continue d'une intervention
  - Évaluation du rapport coût-bénéfice de ces interventions

SSTC ergo 21 06 01

Les  de la croissance

????????????????????

*Merci de votre attention...*