

# Vieillessement de l'appareil locomoteur

Michel Millanvoye

- Laboratoire d'Ergonomie du Conservatoire National des Arts et Métiers
- Centre de Recherches et d'Etudes sur l'Age et les Populations au Travail

# Vieillessement de l'appareil locomoteur

- Modifications physiologiques
- Conséquences primaires  
.....et secondaires

Une difficulté, le manque de résultats dans la tranche 55-65 ans

# Quelques rappels concernant le vieillissement

# Origine du vieillissement

- Facteurs génétiques
  - Altérations acquises du matériel génétique
  - Accumulation de produits de dégradation
  - Baisse de production des protéines HSP
  - Radicaux libres à action oxydative
  - Modification des protéines (glycation)
  - et autres ....
- 
- et conséquences du mode de vie et du travail

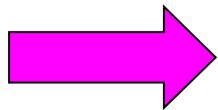
# Baisse de performance de :

À 65 ans :

Circulation - 15 à 20 %

Respiration - 15 à 20 %

Métabolisme énergétique - 15 %



- . Surtout important en fonctionnement intense
- . Fonctionnement plus près de ses limites
- . Davantage de fatigue par rapport au jeune
- . Construction d'une expérience sur son état

# Quelques projections

	55 ans et plus
2007	3 244
2012	3 352
2020	3 533

Population active projetée, en milliers.  
(d'après Nauze-Fichet, E., Economie et statistique, 2002).

	Age (années)		
	50 - 54	55 - 59	60 - 64
2000	3 466	1 894	<b>374</b>
2005	3 452	2 816	<b>387</b>
2010	3 533	2 797	<b>546</b>

Population active projetée, en milliers.  
(d'après Brondel & coll. 1996, Insee-Dares).

# L'état européen des lieux

(Troisième enquête européenne sur les conditions de travail - 2000)

travailleurs déclarant :

maux de dos	33%	
douleurs musculaires (cou, épaules)	23%	
	toujours	1/4 de temps
postures pénibles	18%	47%
manutention - port de charges lourdes	12%	37%

# Appareil locomoteur

« tissus de soutien et organes de la mobilité »

- Tissu osseux
- Articulations,
- Muscles,
- .....*et organes de commande* .....

# Composition du tissu osseux :

## 4 types de cellules

- Les ostéoblastes
  - élaborent les constituants organiques de la matrice extracellulaire
- Les ostéocytes
  - participent au maintien de la matrice osseuse et contribuent à l'homéostasie de la calcémie.
- Les cellules bordantes
  - empêchent l'accès des ostéoclastes à la matrice
- Les ostéoclastes
  - vont dissoudre la matrice

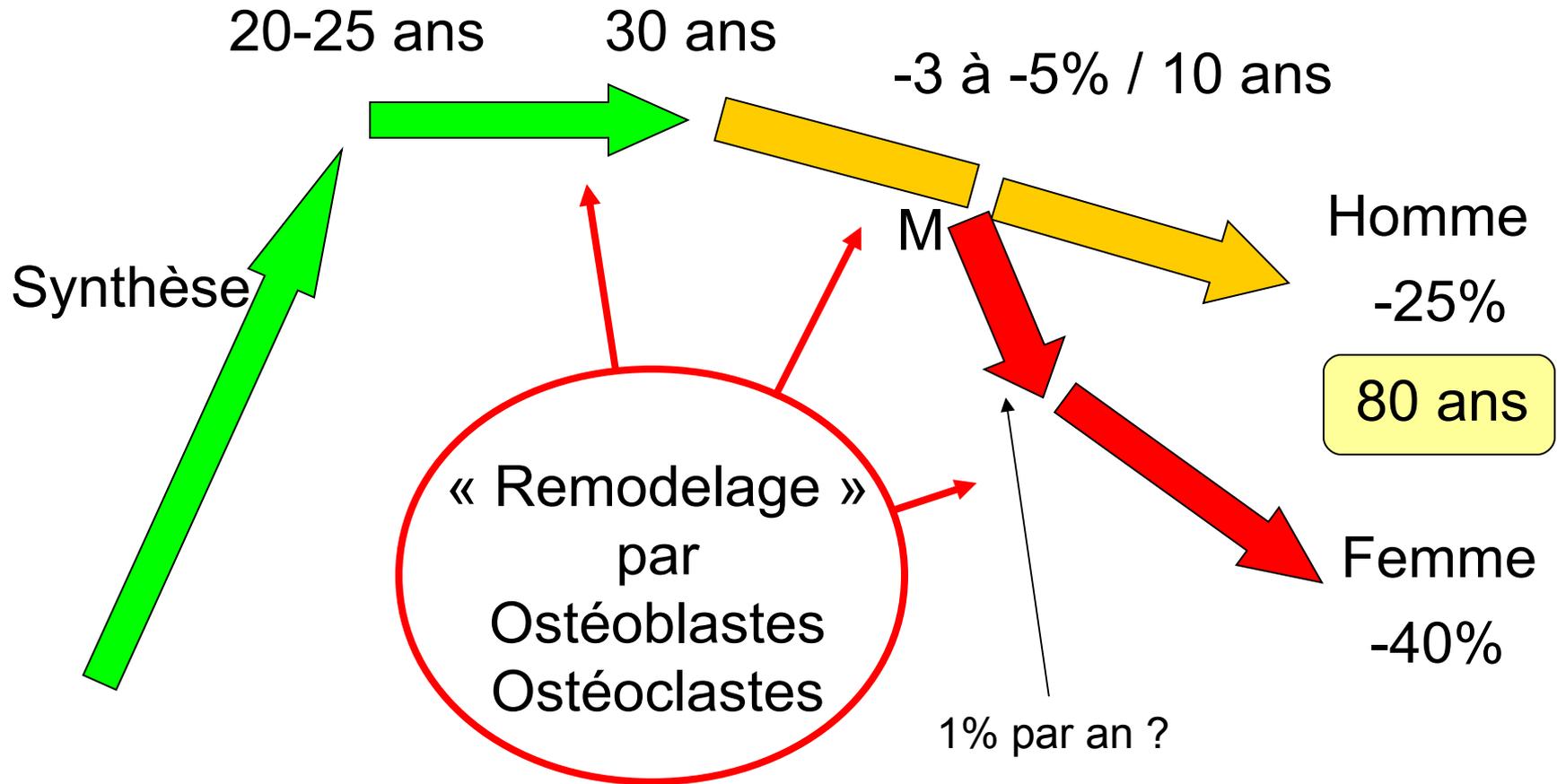
# Composition du tissu osseux :

## La matrice extracellulaire

- partie organique
  - fibres de collagène
  - protéines et facteurs de croissance intervenant dans le remodelage du tissu osseux et la minéralisation de la matrice
- partie minérale
  - cristaux de phosphate\* et de carbonate de calcium  
(l'os contient 98 % du calcium de l'organisme)

\* hydroxy-apatite

# La densité osseuse



# Remodelage osseux (1)

- Le tissu osseux de l'os compact est en constant renouvellement
- Le renouvellement s'effectue grâce à des unités fonctionnelles de remodelage où les ostéoclastes (résorption) et ostéoblastes (formation) sont étroitement associés
- Millions d'unités fonctionnelles de remodelage, mobiles, progressant dans le tissu osseux (les ostéoclastes à l'avant et les ostéoblastes à l'arrière)
- Un cycle de remodelage dure environ 4 mois chez l'adulte, la phase de formation étant plus longue que celle de résorption.

# Remodelage osseux (2)

## Phases d'activation et de résorption

La surface osseuse est normalement recouverte de cellules bordantes qui empêchent l'accès des ostéoclastes à la matrice.

- Les cellules bordantes se rétractent et libèrent l'accès aux ostéoclastes qui peuvent adhérer à la matrice osseuse.
- Chaque ostéoclaste se fixe à la matrice sur le lieu de résorption
  - dissolution de la phase minérale par acidification du compartiment de résorption,
  - dégradation de la matrice organique sous l'action d'enzymes

# Remodelage osseux (3)

## Phases d 'inversion et de formation

- Quand les ostéoclastes ont fini de creuser une lacune, ils meurent par apoptose et sont remplacés par des macrophages qui lissent le fond de la lacune.
- Les ostéoblastes synthétisent une nouvelle matrice non encore minéralisée (substance pré-osseuse ou tissu ostéoïde) qui comble la lacune
- La minéralisation de la matrice

# Ostéoporose

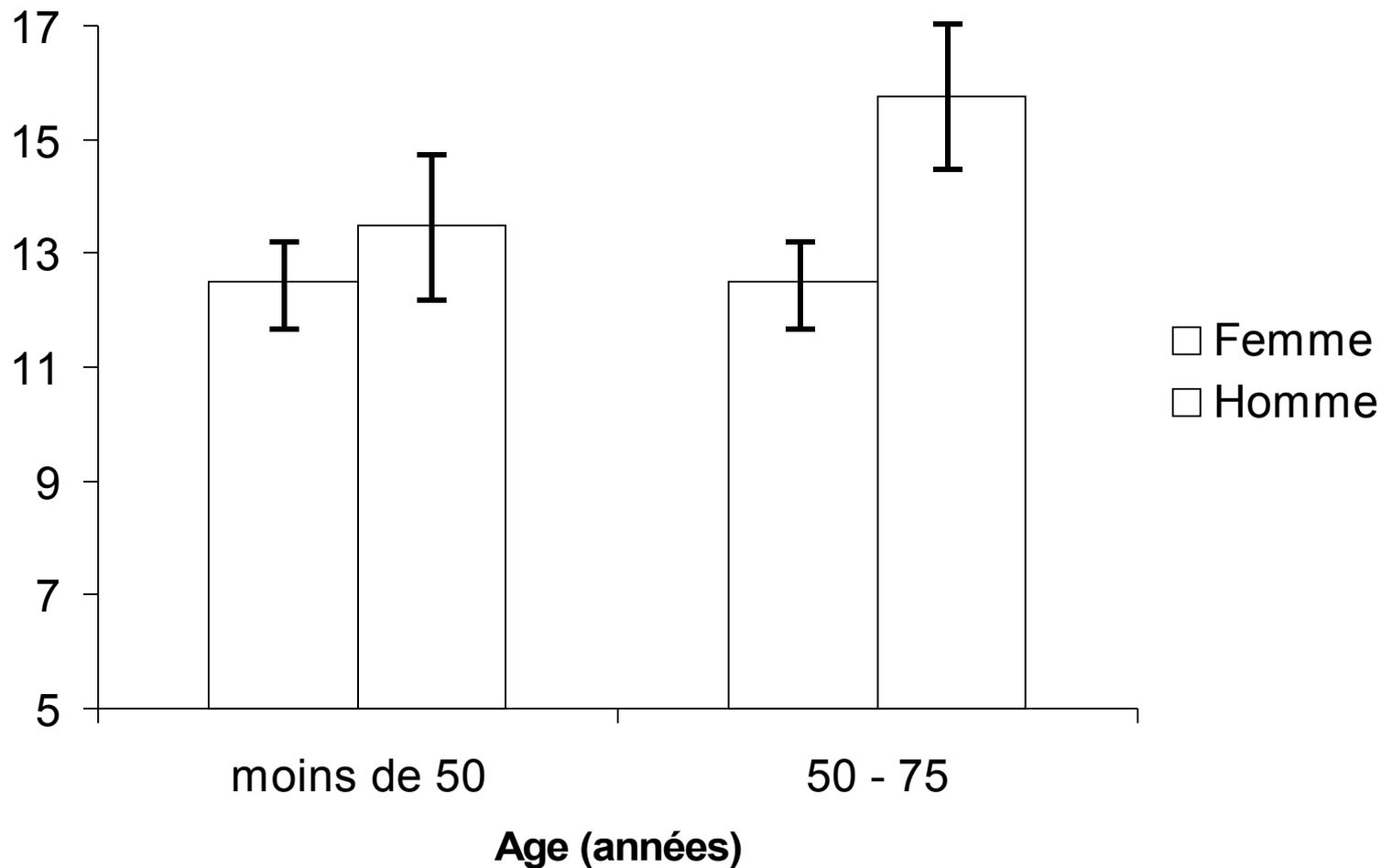
Femme	60 ans	65 ans	75 ans
France	10%	20%	40 %

Femme 40ans  80ans  
perte de :  
42% os spongieux vertébral  
29% os spongieux iliaque  
31% os cortical humoral

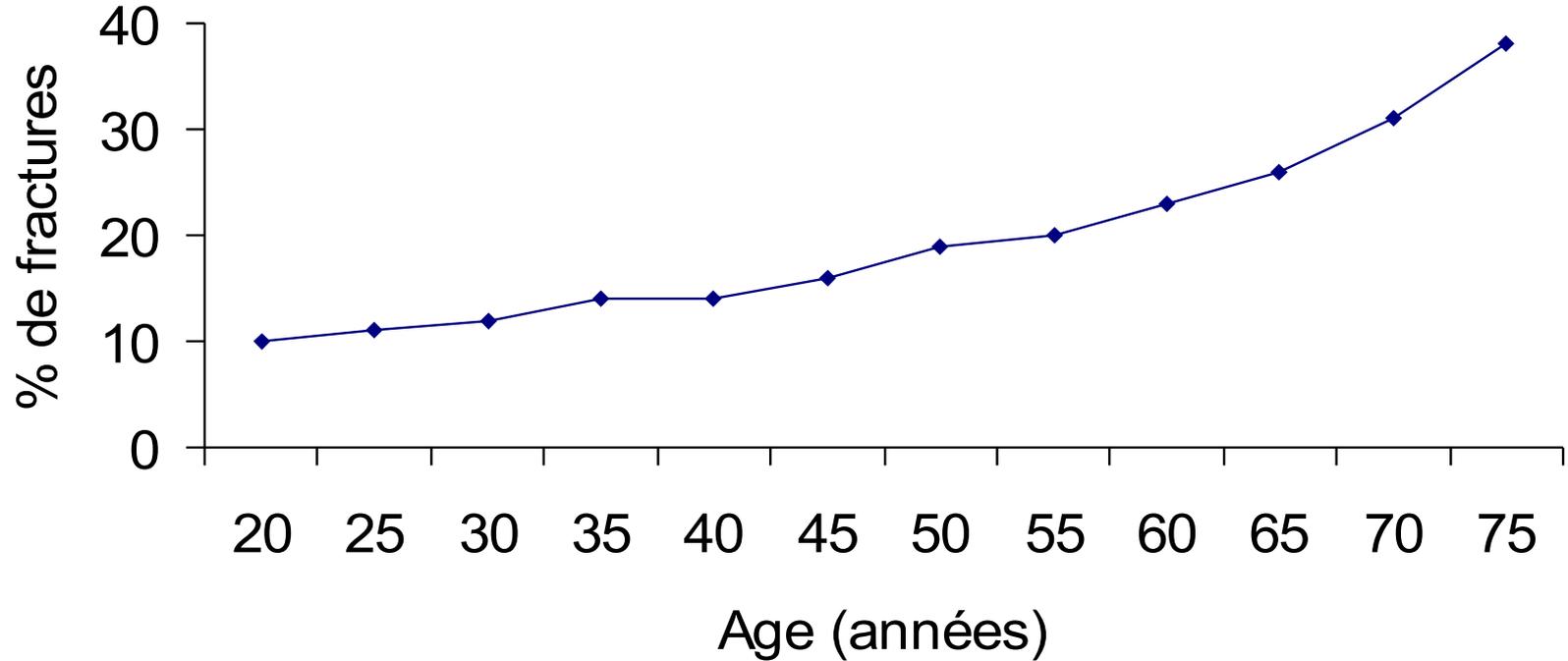
Détérioration du tissu osseux = fragilité résultante,  
augmentation du risque de fracture

# Surface de la section vertébrale en fonction du sexe et de l'âge

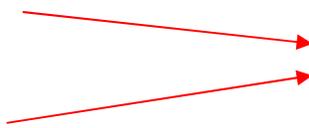
d'après Mosekilde et al. 1993



## Fractures par chute (%) dans la vie courante selon l'âge en 2001



# Bilan des fractures

Membre supérieur	25%		Augmentent avec l'âge
Tronc	20%		
Membre inférieur	15%		

D'après l'enquête permanente sur les accidents de la vie courante - Institut de veille sanitaire - 2003

## Après 50 ans

Extrémité supérieure du fémur	19%
Vertèbre (fracture ou tassement)	16%
Poignet	14%

D'après Breart, G., Cormier, C., Le Galès C., De Vernejoul, M-C., Dupuy, C. ([www.frm.org/informez](http://www.frm.org/informez))

# Quelques facteurs de risque

- Age
- Sexe féminin
- Origine ethnique (caucasienne)
- Antécédents familiaux
- Faible rapport poids/taille
- Carence alimentaire (calcium, vit. D...)
- Sédentarité (intérêt de la « mise en tension » de l'os)
- Facteurs hormonaux
- Pathologies et médicaments

# Appareil locomoteur

- *Tissu osseux*
- Articulations,

# Articulations entre segments de membres

# Arthrose « primitive » (a partir de 40 - 50 ans)

- dégénérescence progressive (vieillesse)
- cumul de microtraumatismes avec l'âge, mais aussi le type de travail,...auquel cas l'arthrose peut apparaître précocement (20-30 ans)

**Facteurs :** Génétique

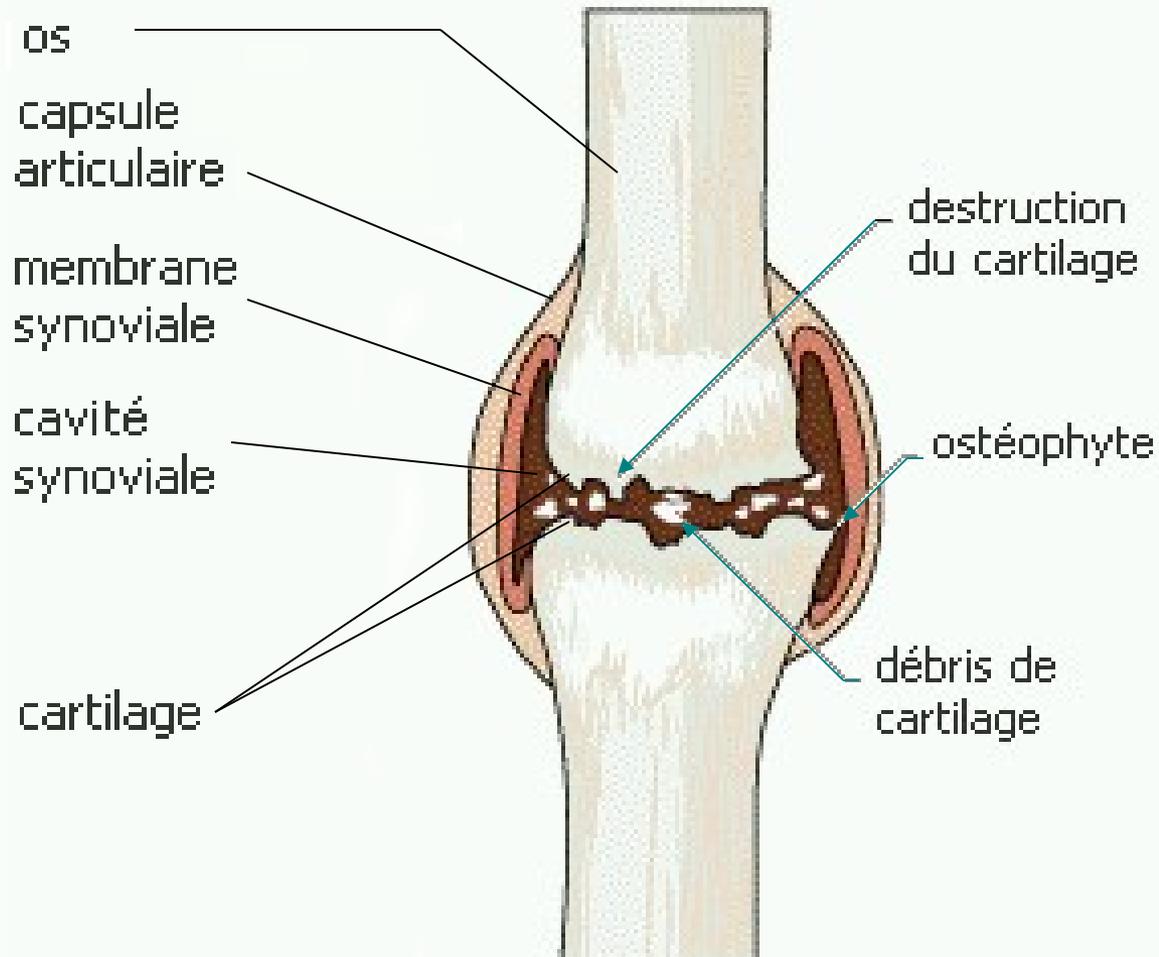
Age (cumul, déclin physiologique)

Obésité

Hypersollicitation mécanique

Vices architecturaux congénitaux ou acquis

# Arthrose

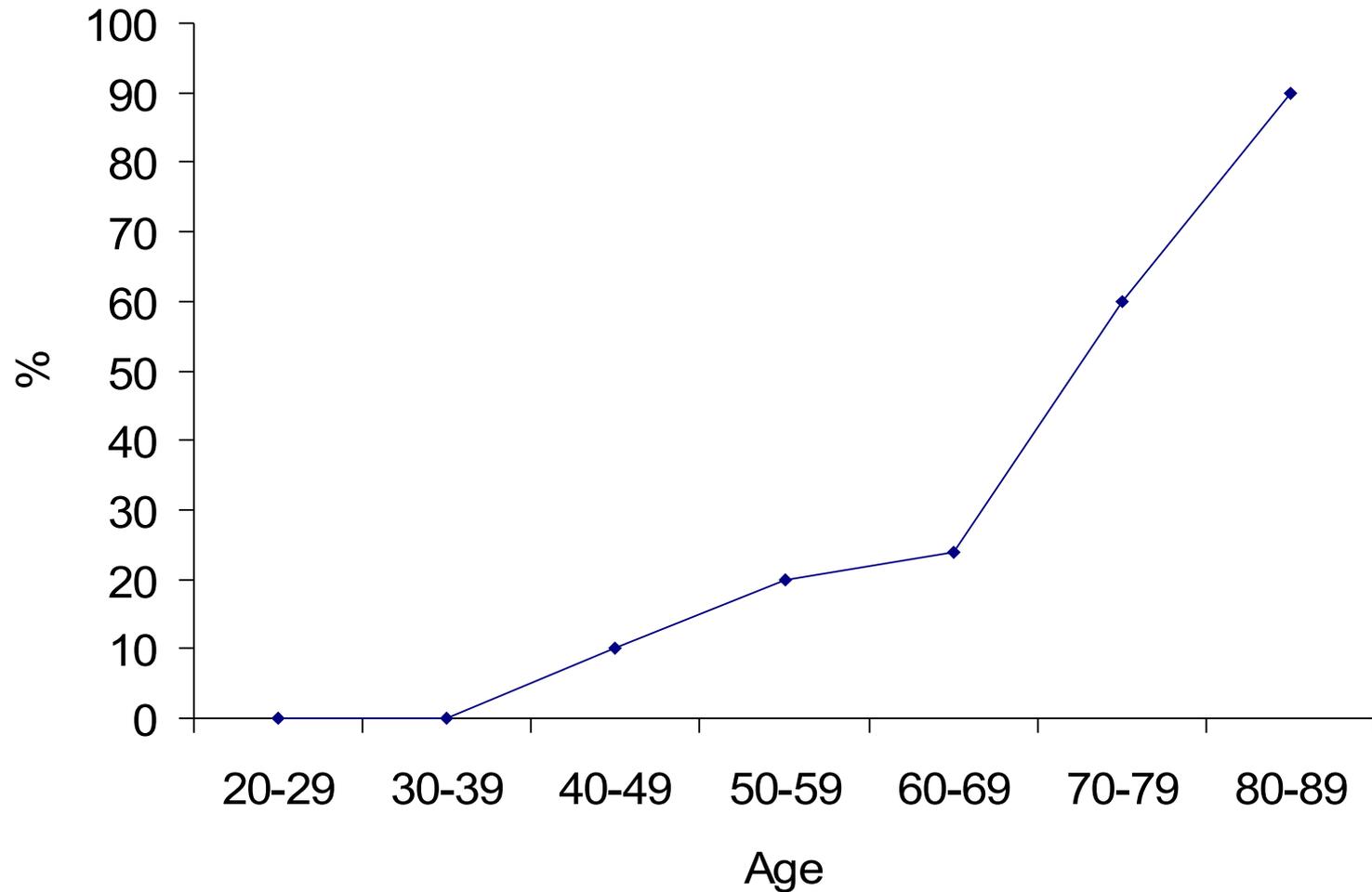


# Variabilité

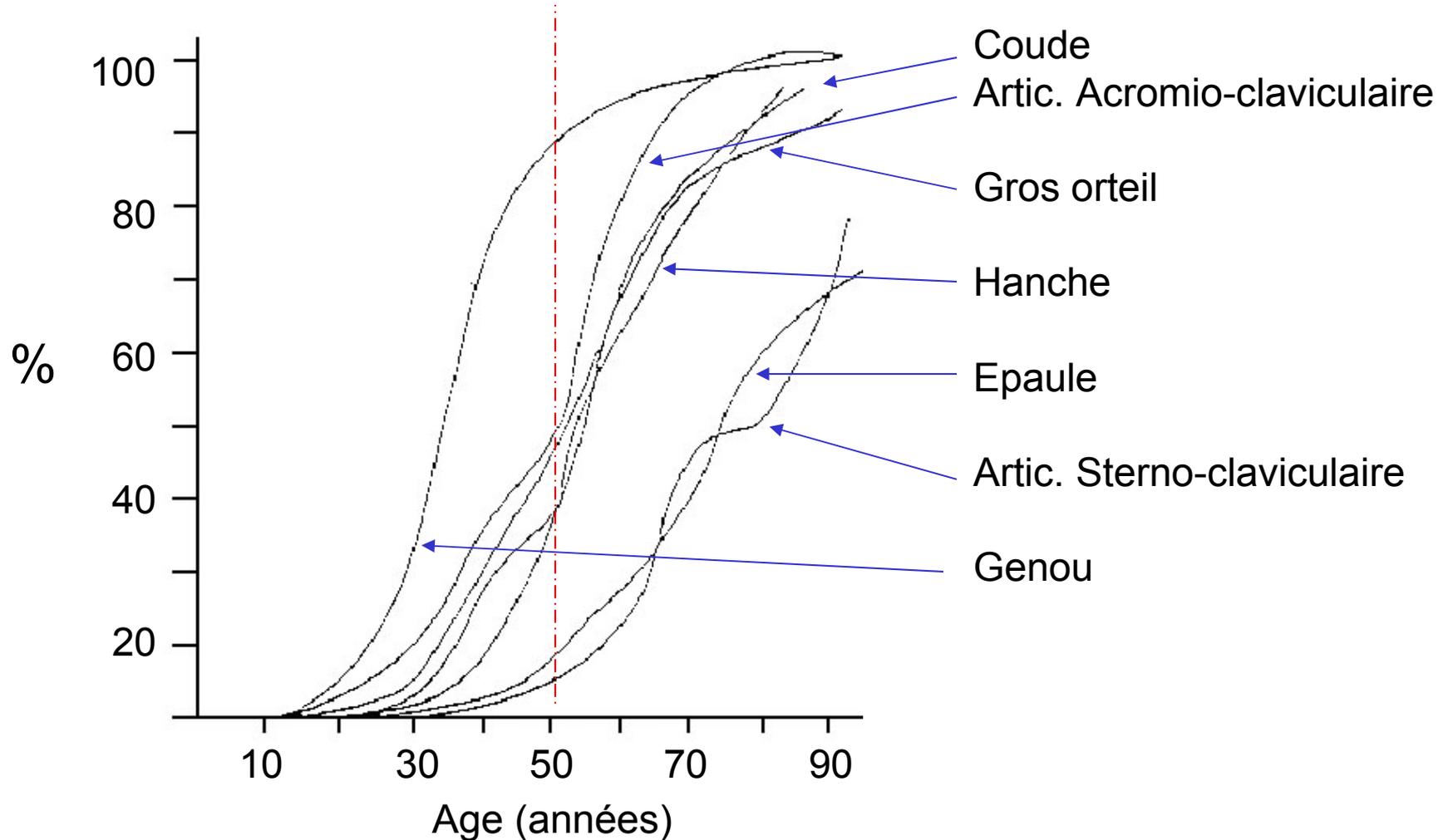
- Augmentation de la fréquence d'atteinte et de la sévérité après 50 ans
- Pas tous les individus du même âge
- Pas toutes les articulations simultanément
- Variabilité de sévérité

# Prévalence de l'arthrose de la main avec l'âge

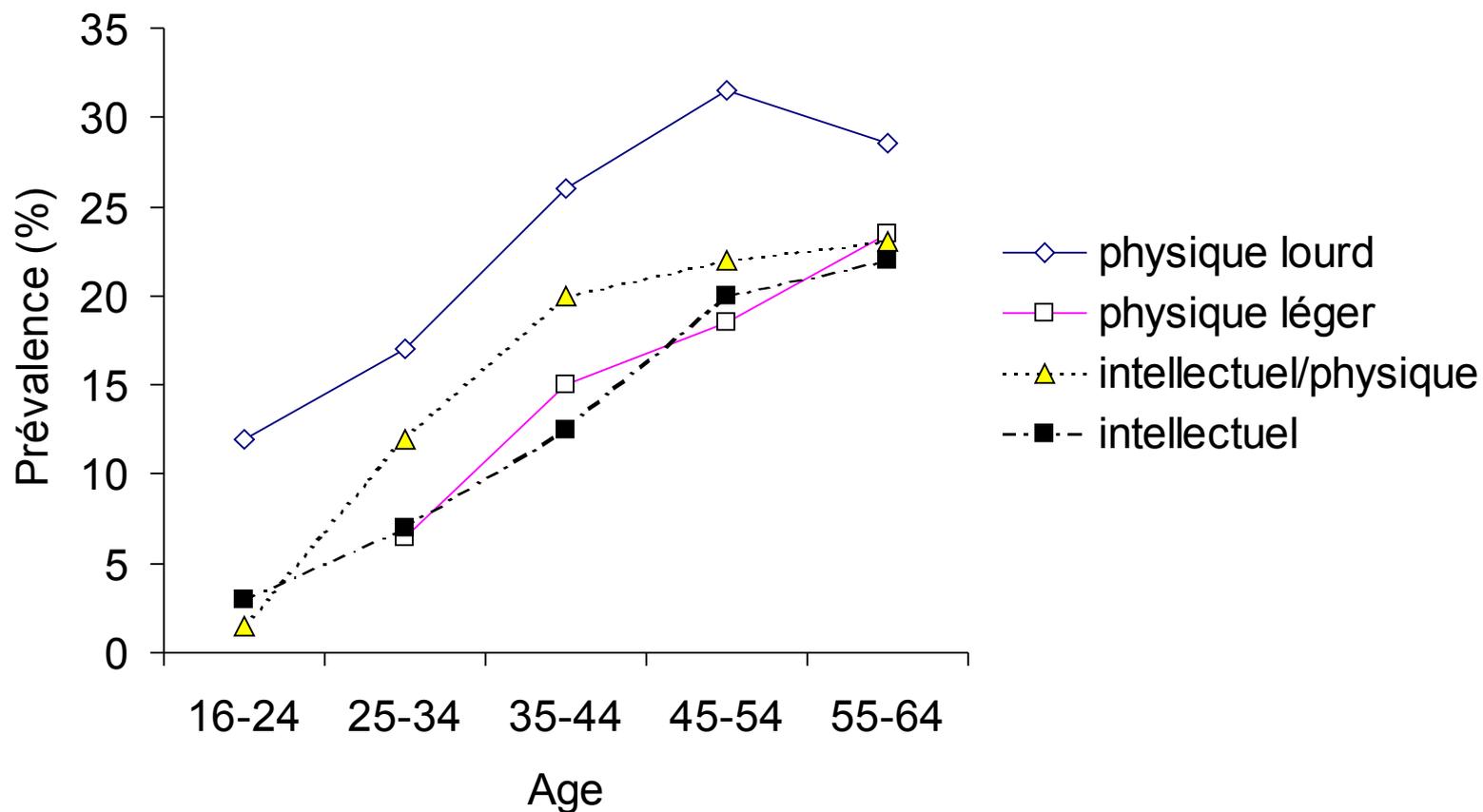
d'après Patri, B. & Gatto, A. (1985)



# Arthrose de différentes articulation en fonction de l'âge d'après Robert

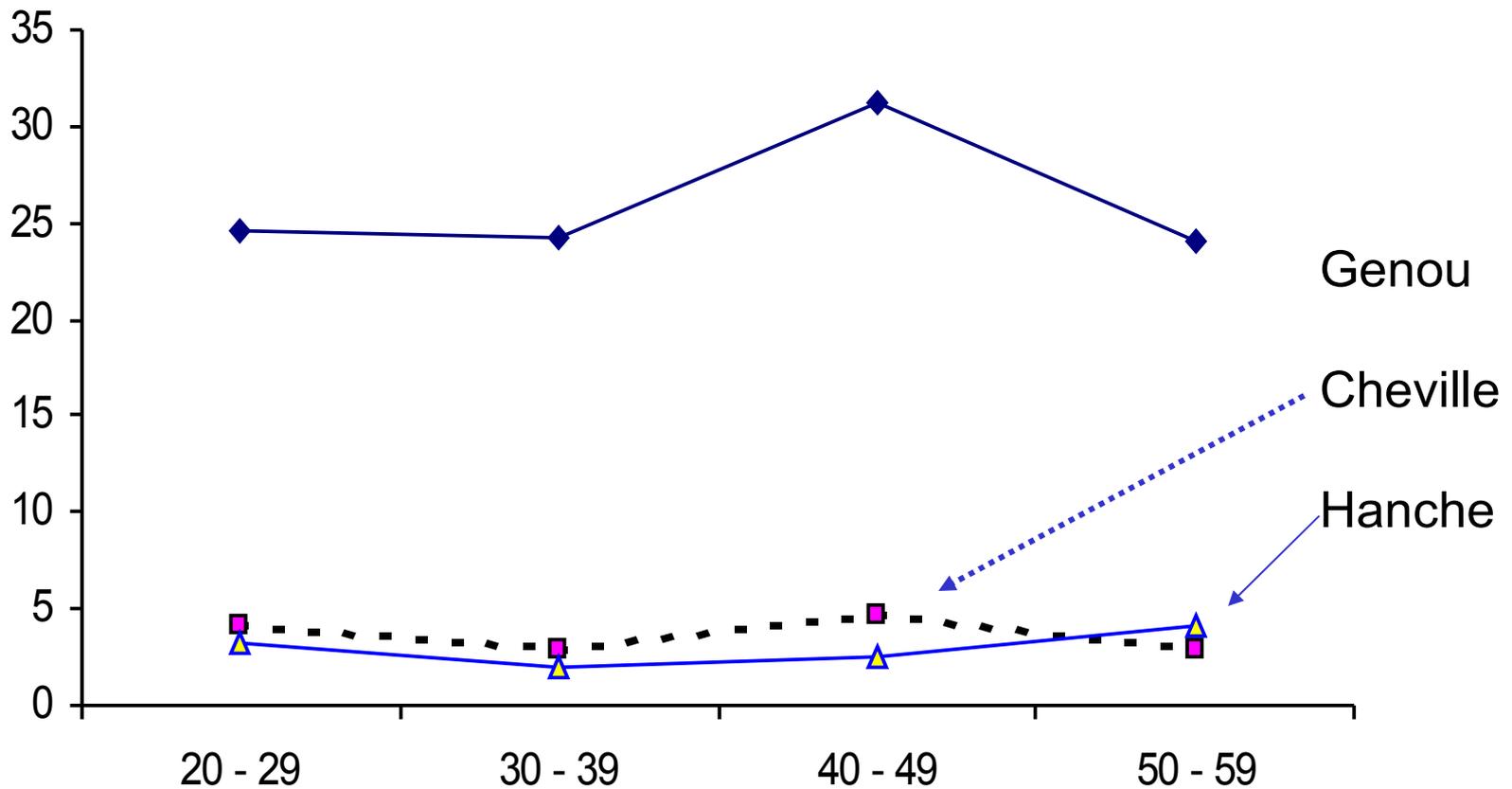


# Prévalence des plaintes relatives aux membres inférieurs par classe d'âge, selon les exigences du travail. d'après De Zwart et coll.



# Troubles ostéo-articulaires (%) selon l'âge

## opérateurs de la construction aéronautique

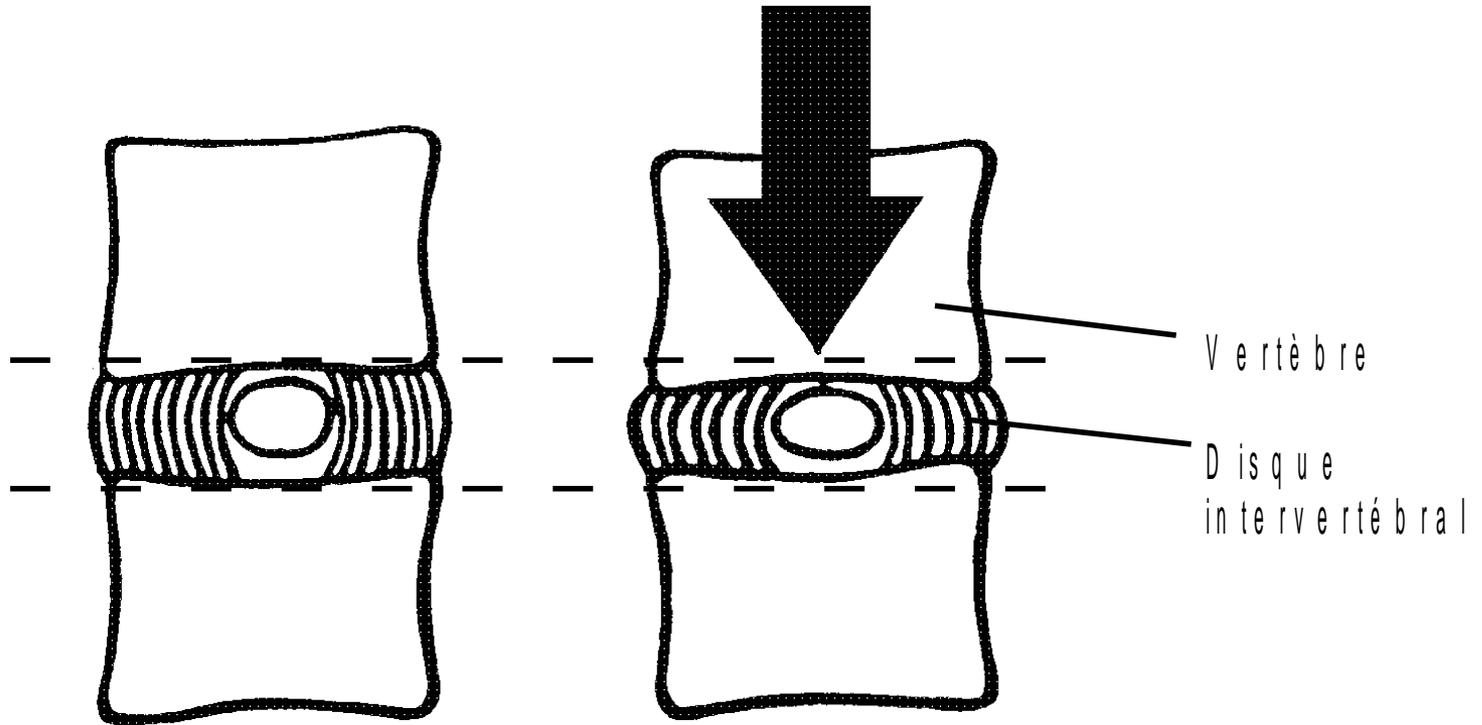


# Articulation entre vertèbres

# Arthrose vertébrale

- Décollement de la plaque épiphysaire de jonction entre disque intervertébral et vertèbre ?
- D'où problème nutritif par cette jonction
- Perte de contenu hydrique et changements physico-chimiques du disque,

# Ecrasement du disque

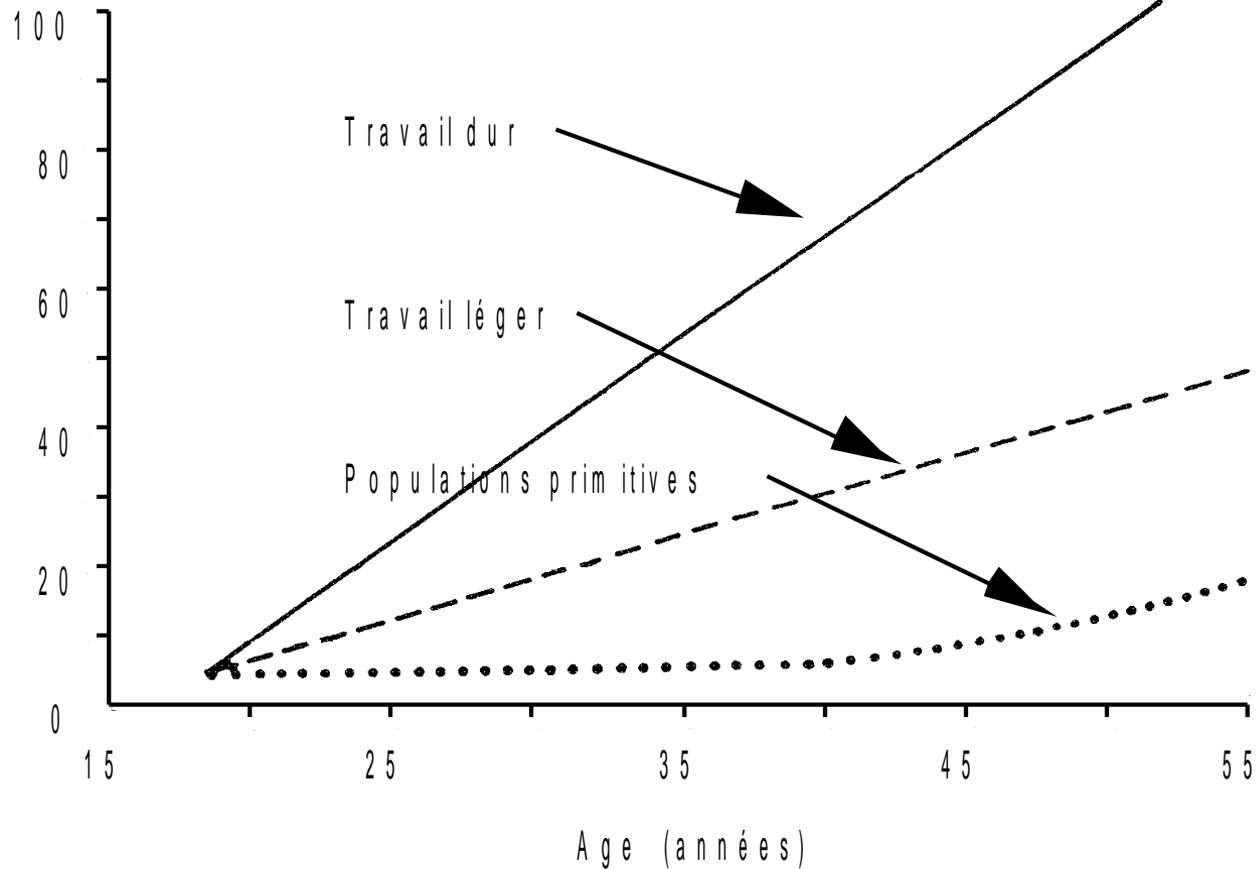


Disque sain au repos

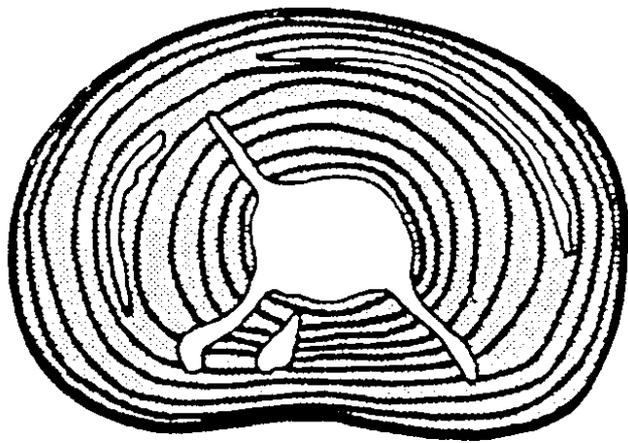
Disque sain sous la charge

# Fréquence d'apparition (%) de la réduction de la distance intervertébrale

d'après Fahrni, in Hettiger 1985.

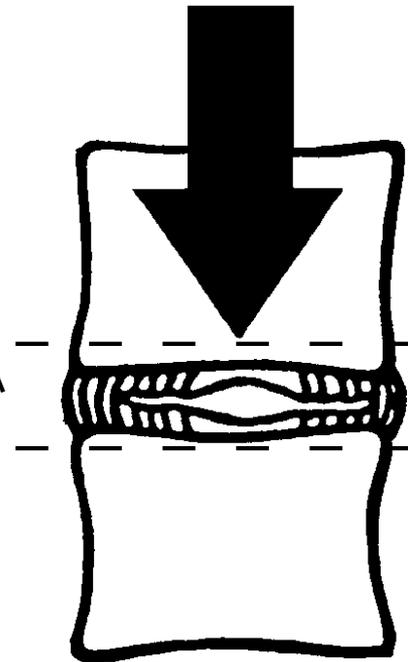


# Fissure du disque intervertébral



Vieillesse du disque  
intervertébral

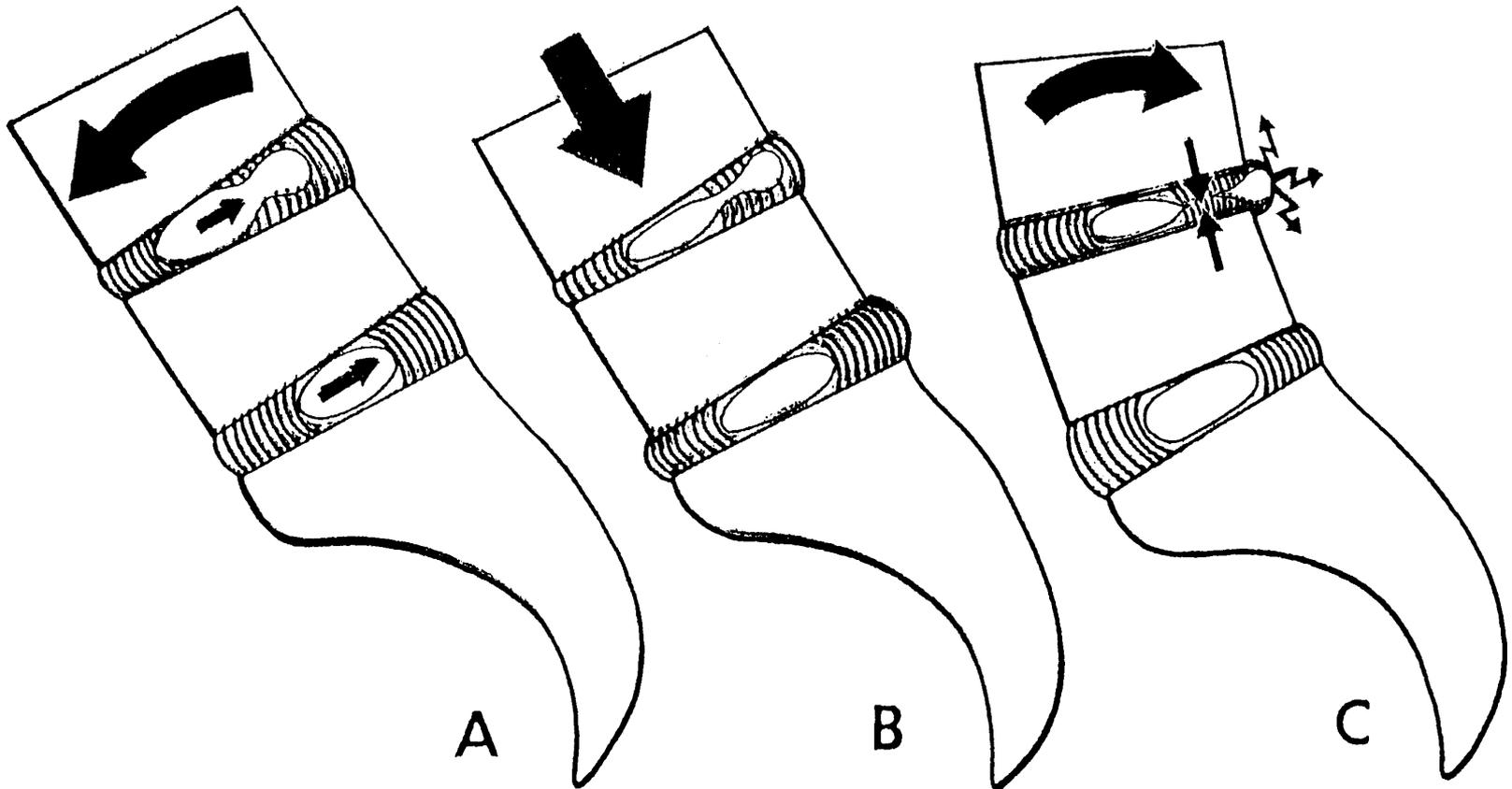
Épaisseur  
d'un disque  
sain



Disque intervertébral lésé, sous  
la charge, d'après Kapandji

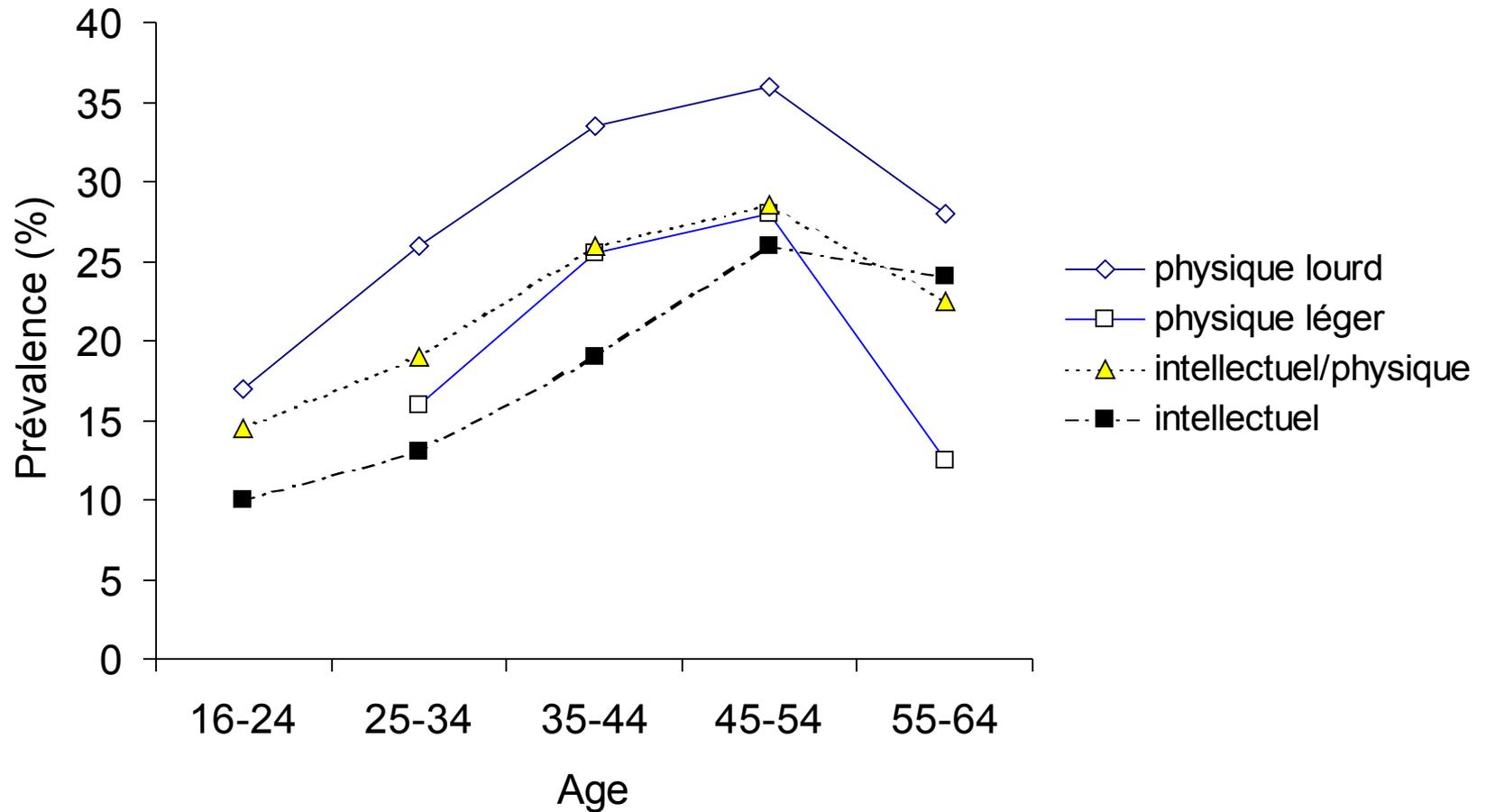
# Extrusion d'une partie du noyau du disque intervertébral lors du mouvement et de l'effort

D'après INRS

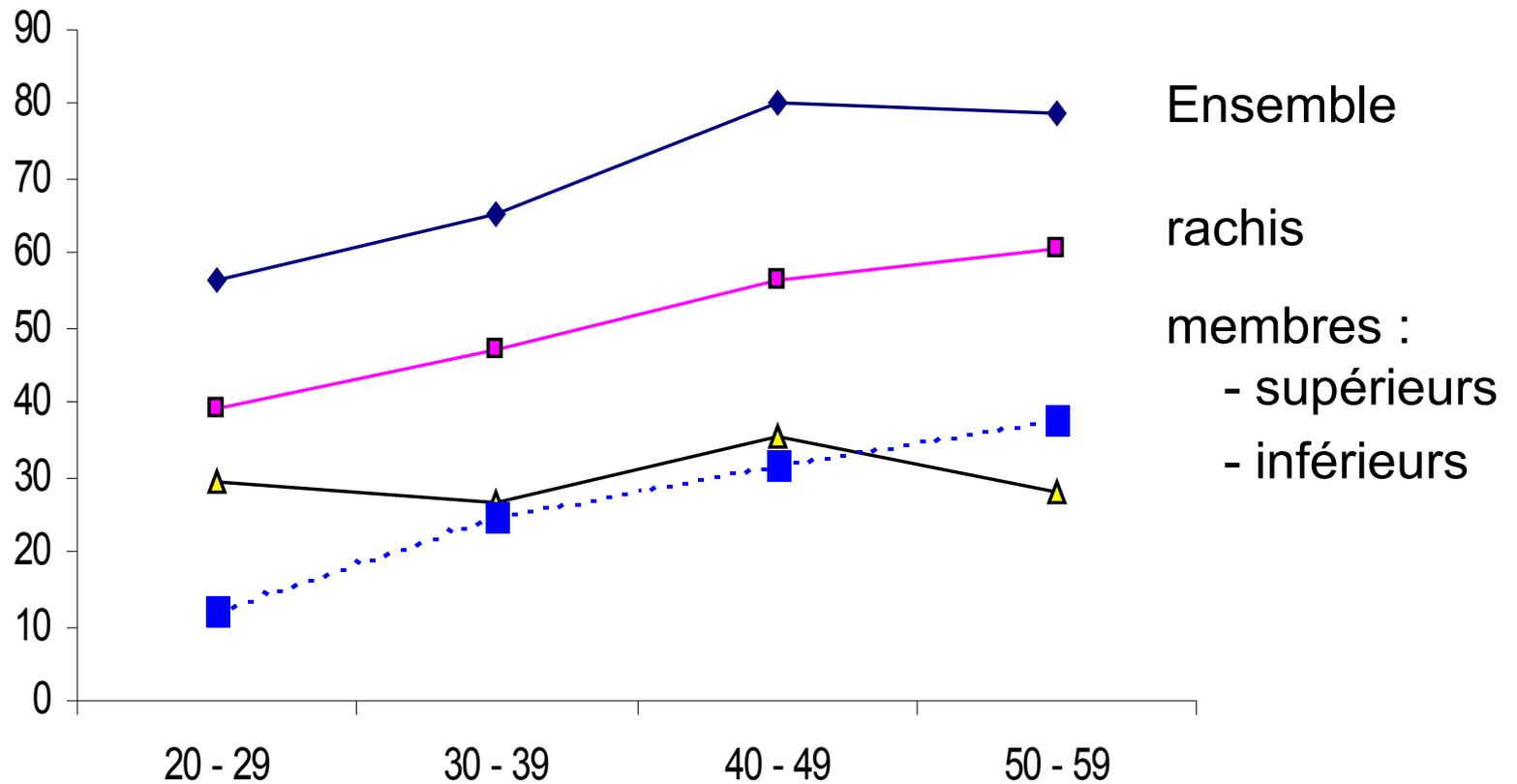


# Prévalence des lombalgies par classe d'âge, selon les exigences du travail.

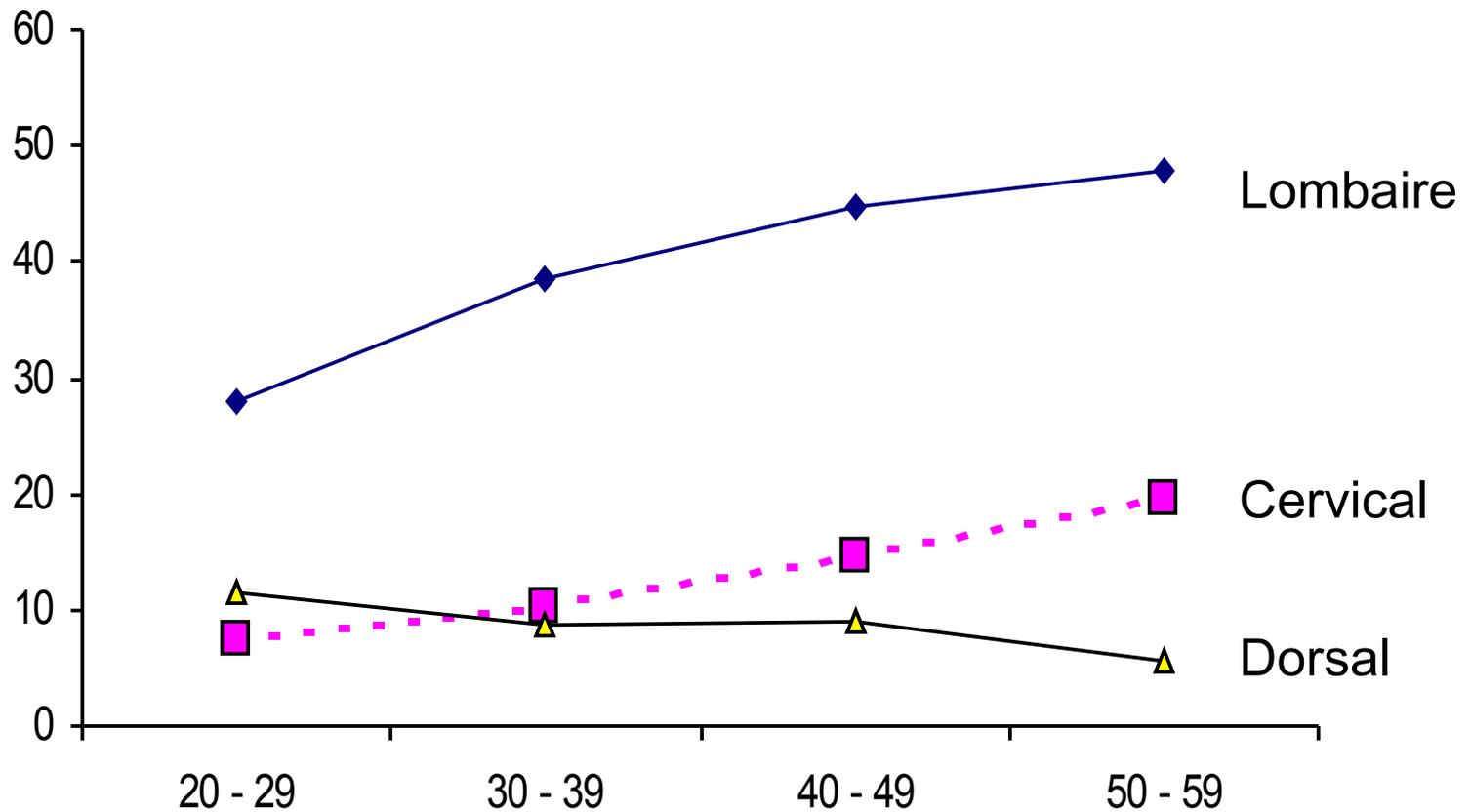
d'après De Zwart, B. et coll.



# Troubles ostéo-articulaires (%) selon l'âge (opérateur de la construction aéronautique)



# Troubles ostéo-articulaires (%) du rachis selon l'âge (opérateurs de la construction aéronautique)

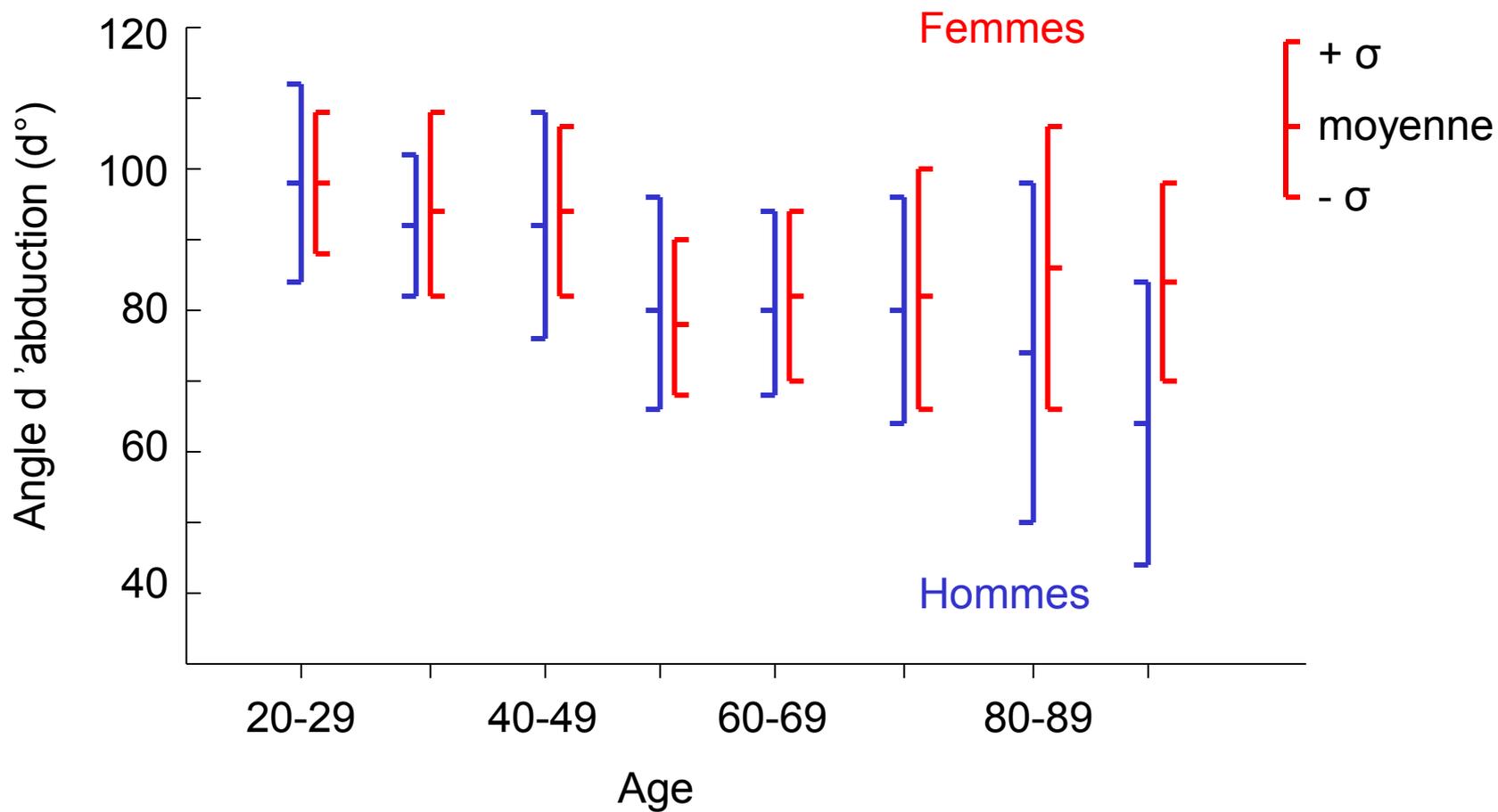


# Conséquences

- Gène au mouvement

# Angle d'abduction du pouce suivant l'âge et le sexe

d'après Patri, B. & Gatto, A.



# Baisse de mobilité (en %) de différentes articulations selon l'âge, par rapport à la classe 25-34 ans

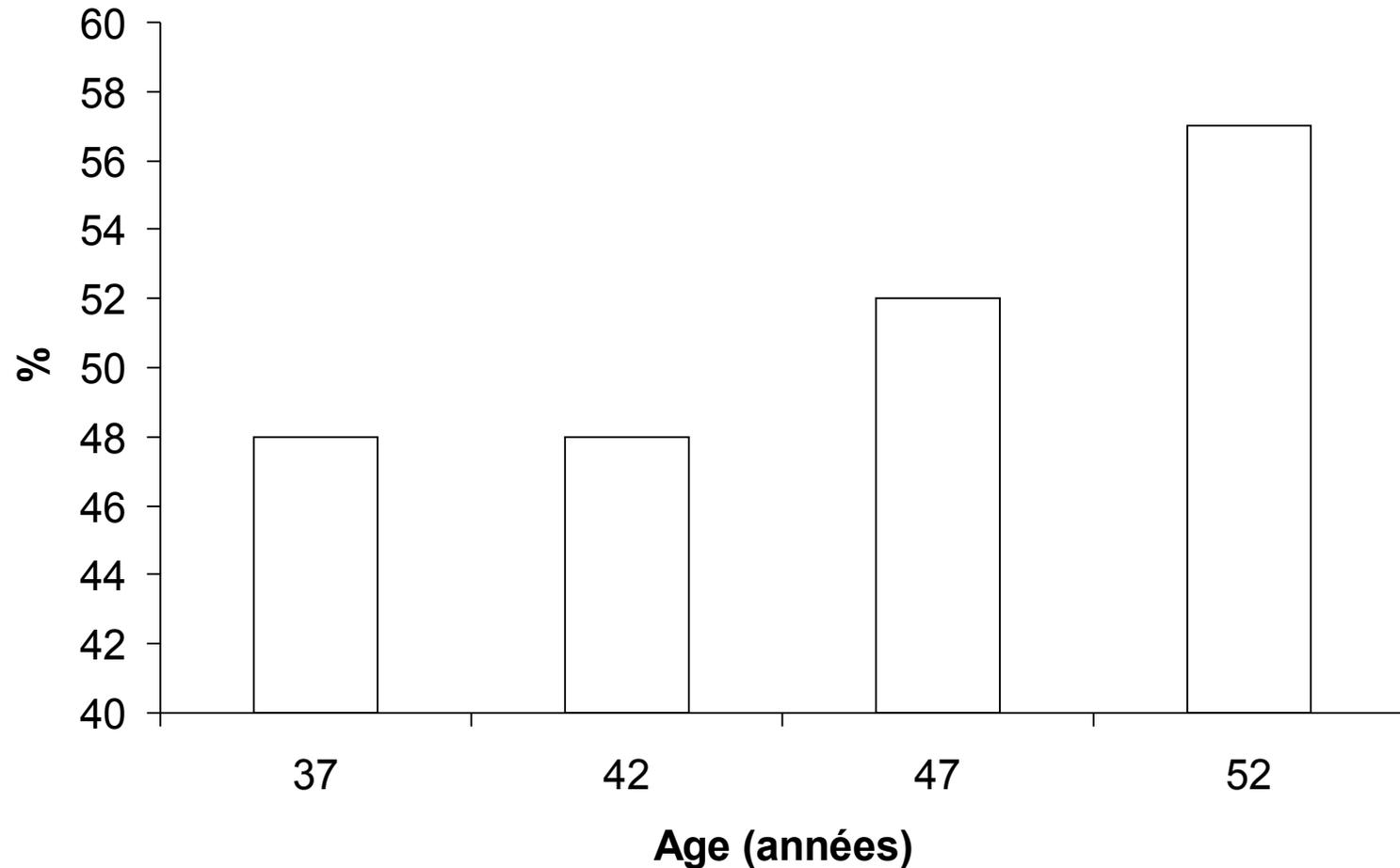
(coté droit)

d'après Stubbs, N.B. et al.

		35-44	45-54				35-44	45-54
poignet	flexion	5,7	-1,5		colonne cervicale	flexion	-4	-16
	extension	-4	-4			extension	-7,5	-6,5
	dev. radiale	-5	-21			flexion latérale	0	-16,5
	dev. ulnaire	-4,5	-13			rotation	3	-9
cheville	flexion dorsale	9	-25		colonne lombaire	flexion latérale	-11	-18,5
	flexion plantaire	-7	-7			flexion AV	0	-5

# Présence de douleurs articulaires chez les ouvriers, d'après l'enquête ESTEV

(Derriennic et coll. 1996)



# Appareil locomoteur

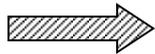
- *Tissu osseux*
- *Articulations,*
- **Muscles,**

# Agissent sur les possibilités musculaires

- Âge
- Sexe
- Emploi actuel et passé
- Entraînement
- Vitesse de contraction
- Intensité de la contraction
- Fatigue
- Posture
- Groupes musculaires

# Age et force musculaire maximale

- Perte de neurones moteurs
- Dégénérescence de synapses
- Moindre efficacité des mécanismes contractiles

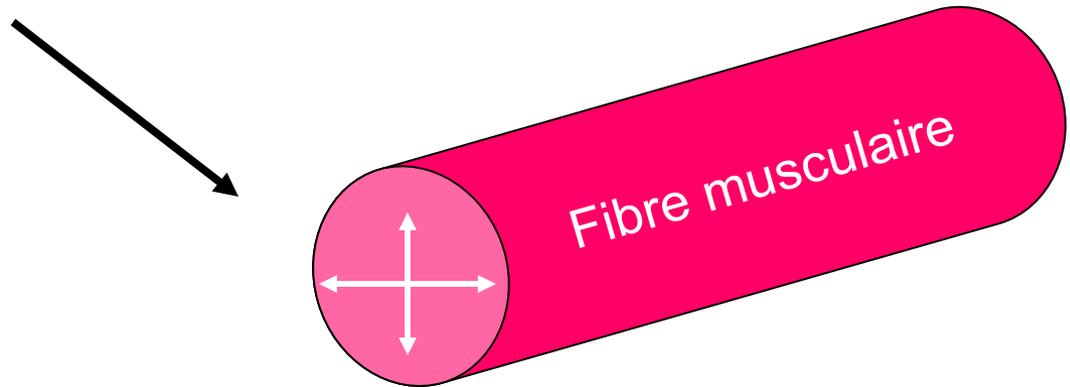


Perte de fibres musculaires ou d'unités motrices

- Recapture possible par d'autres unités, mais moindre gradation des efforts

# La force musculaire est proportionnelle :

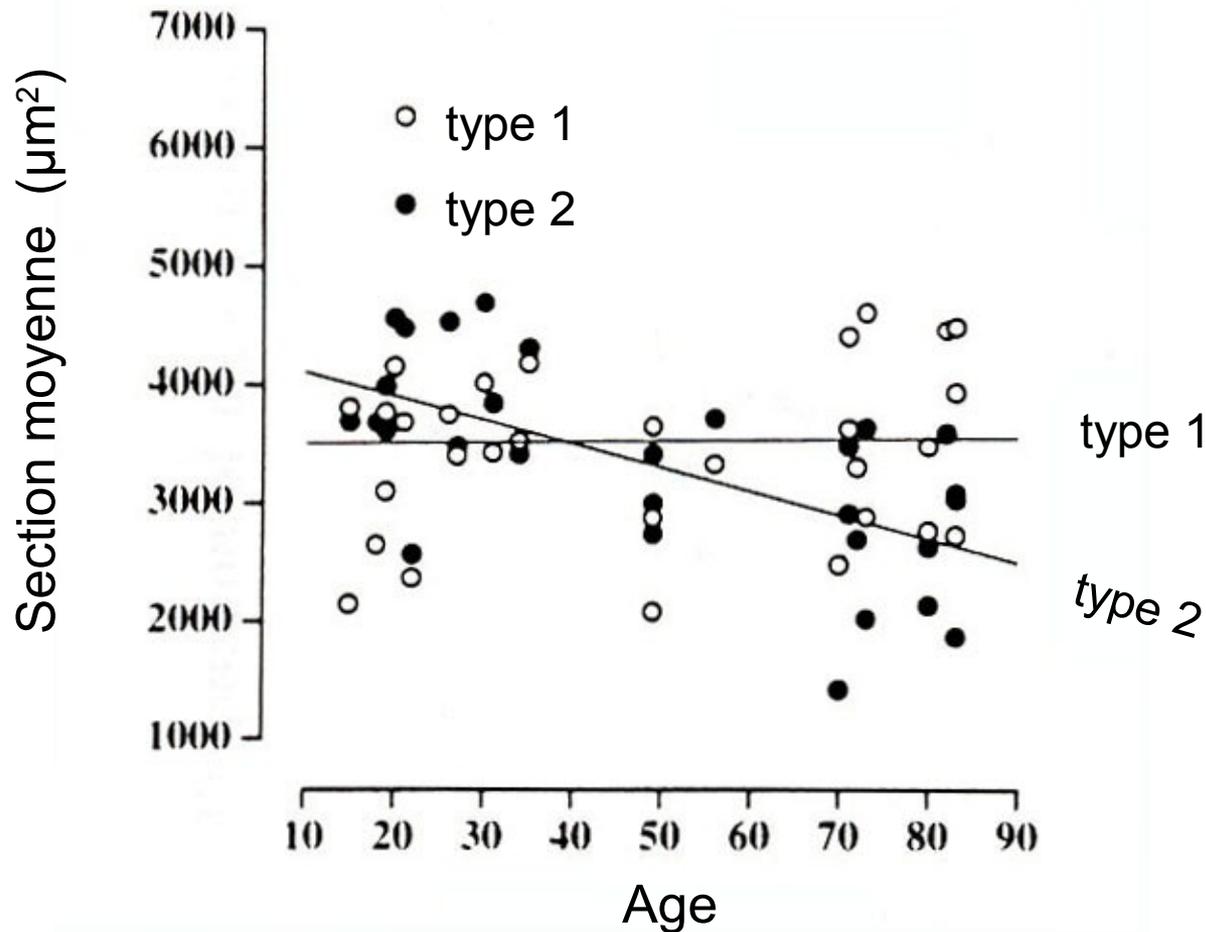
- au développement de la fibre (section)



- au nombre de fibres

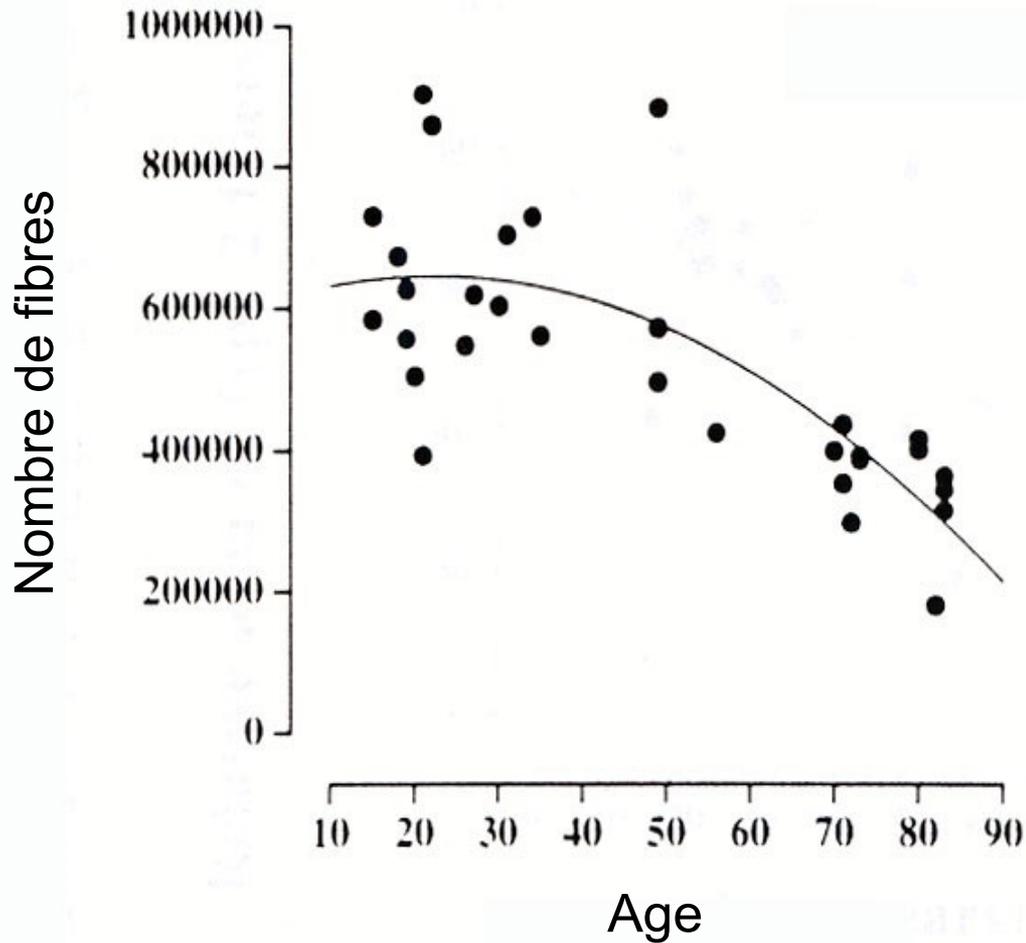
# Age et développement des fibres musculaires,

d 'après Lexell, J. ( 1995)



# Nombre de fibres musculaires du muscle vaste latéral

d'après Lexell, J. ( 1995)



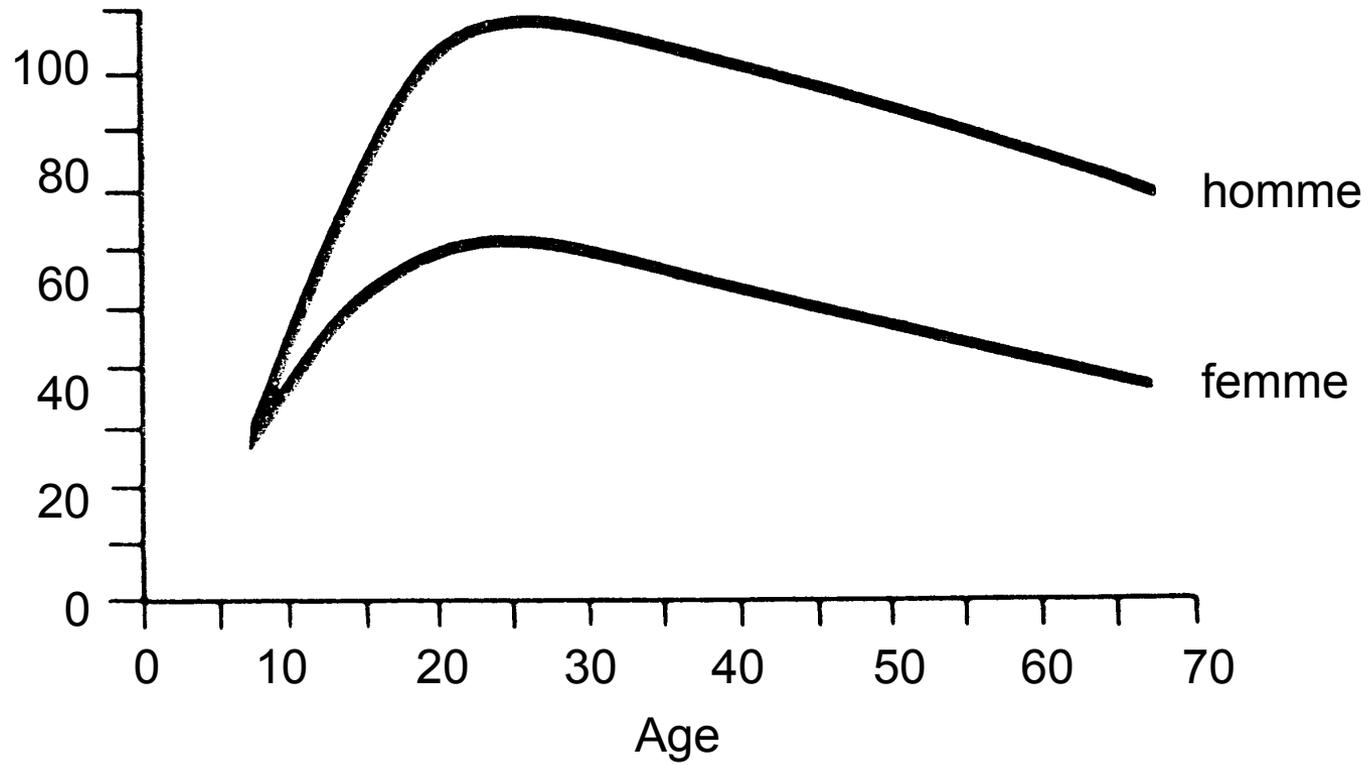
# Conséquences

- Baisse de la force musculaire

# Variation de la force musculaire avec l'âge

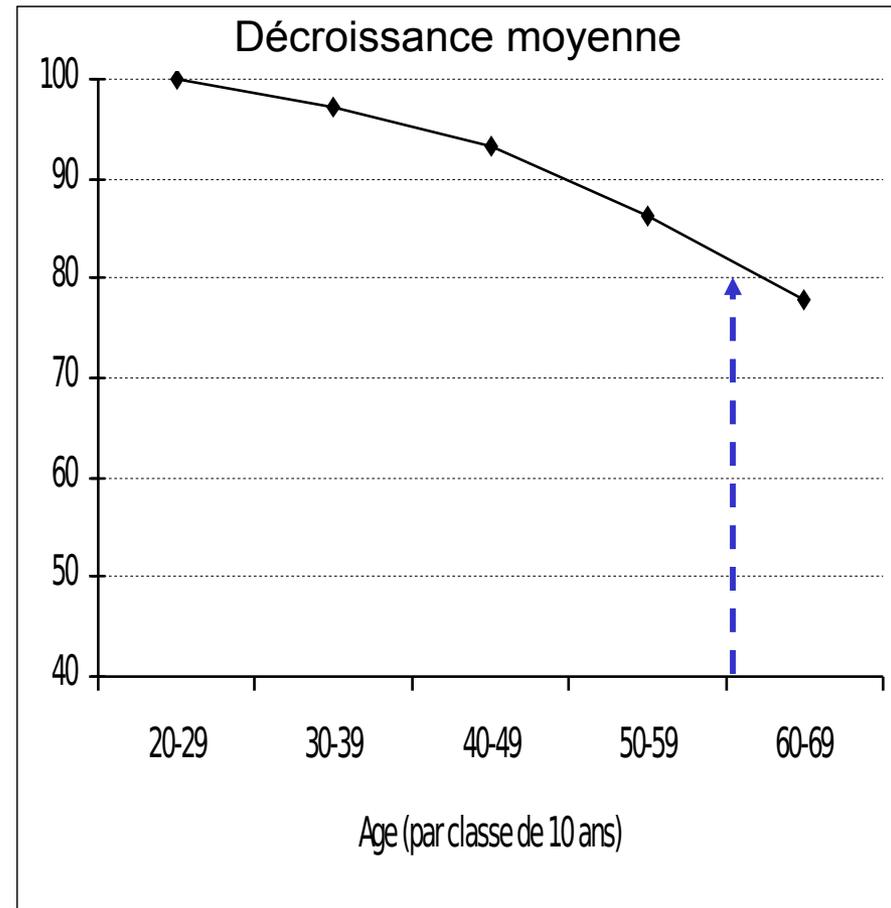
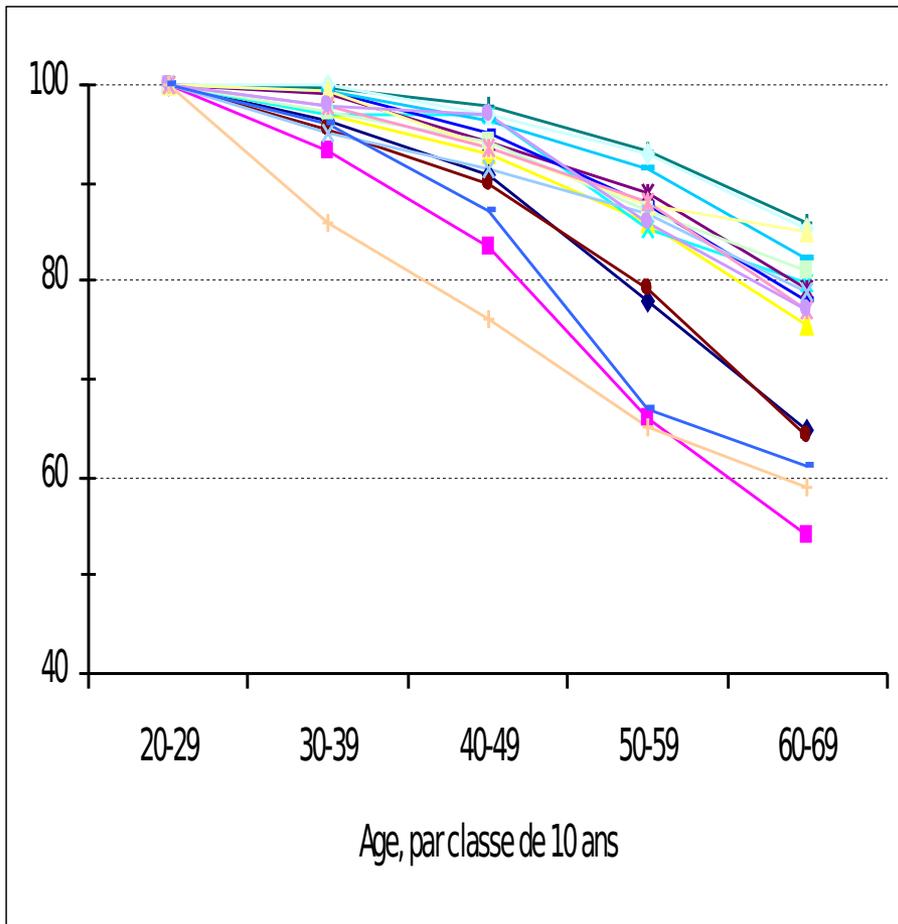
d'après Astrand et Rodahl

% de la force musculaire maximale



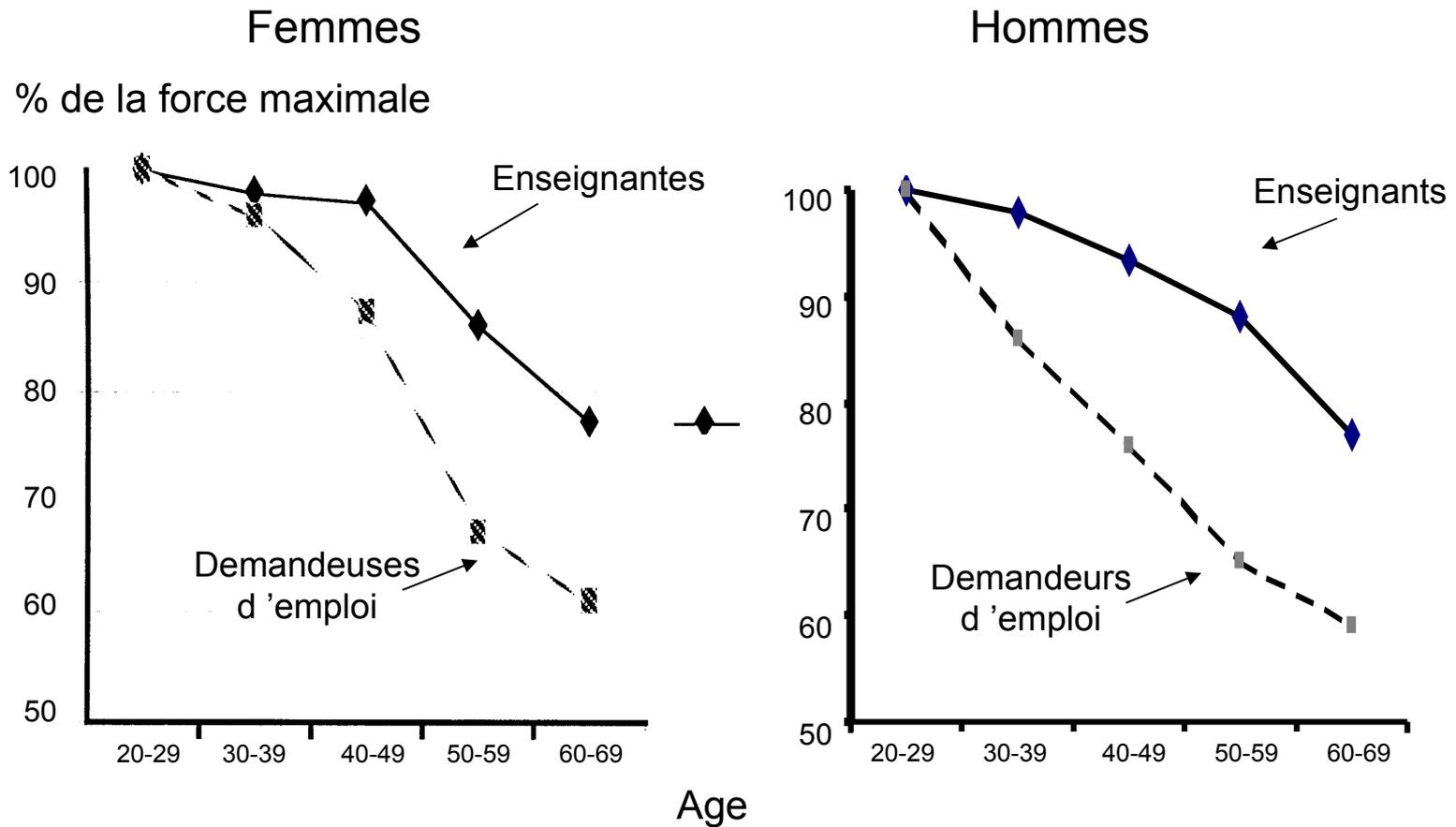
# Décroissance moyenne de la force musculaire (en %)

(d 'après 20 études)



# Force de préhension maximale selon l'âge et le sexe dans deux catégories de travailleurs

d'après Clément et Marcelin & Erulin

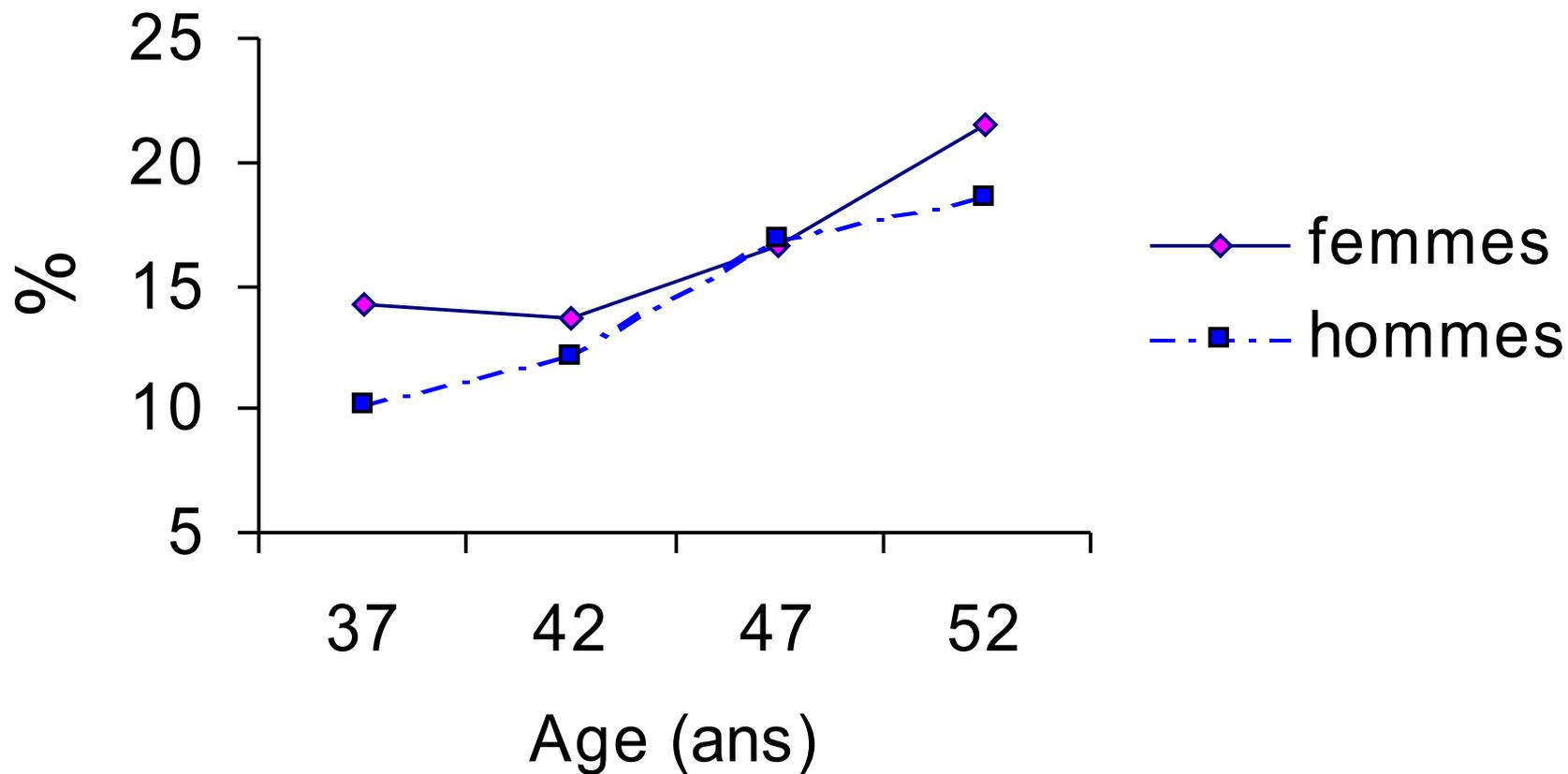


# Conséquences secondaires

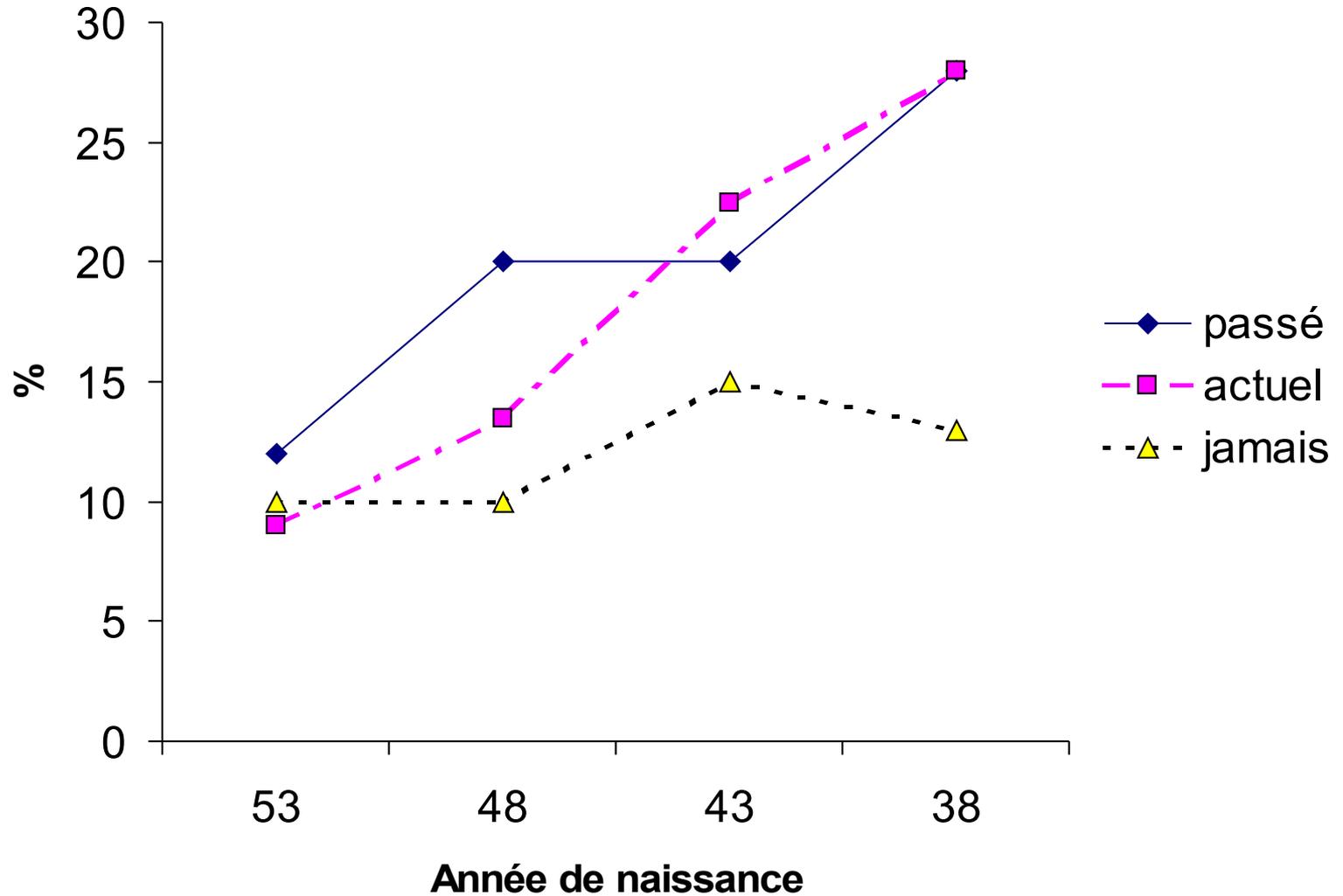
- Gêne à la dextérité
- Cadences
- Types de postes
- Stratégies
- Chutes

# Difficulté aux gestes précis

d'après Volkoff, S. et al. (enquête ESTEV, 1997)

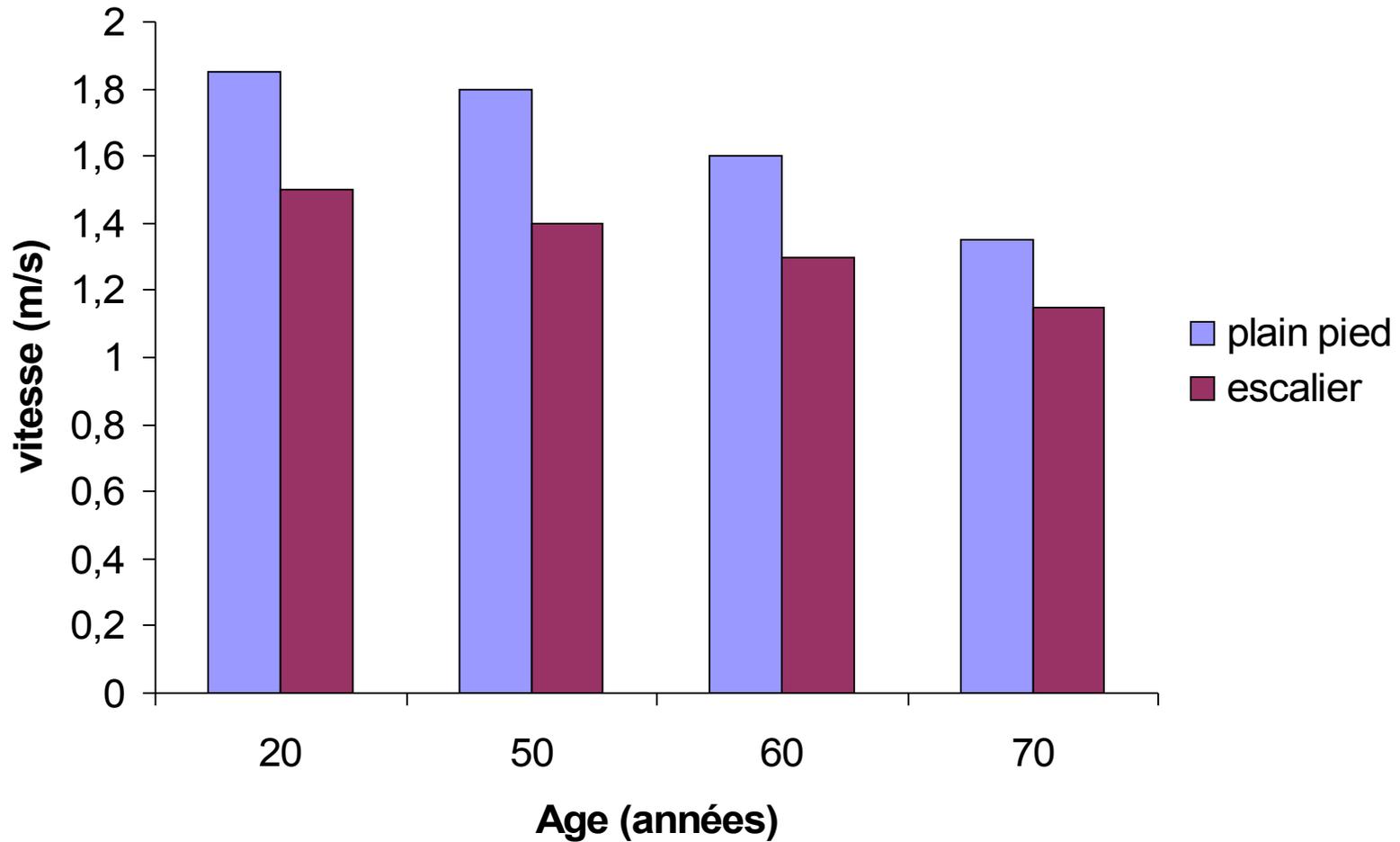


# Difficultés à effectuer des gestes précis, selon l'exposition aux efforts sur outils, d'après l'enquête Estev



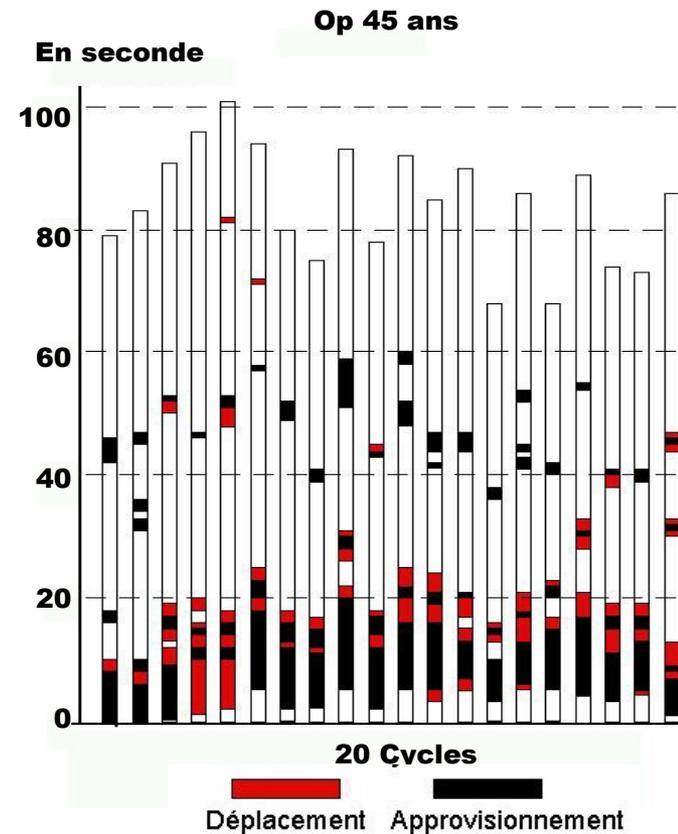
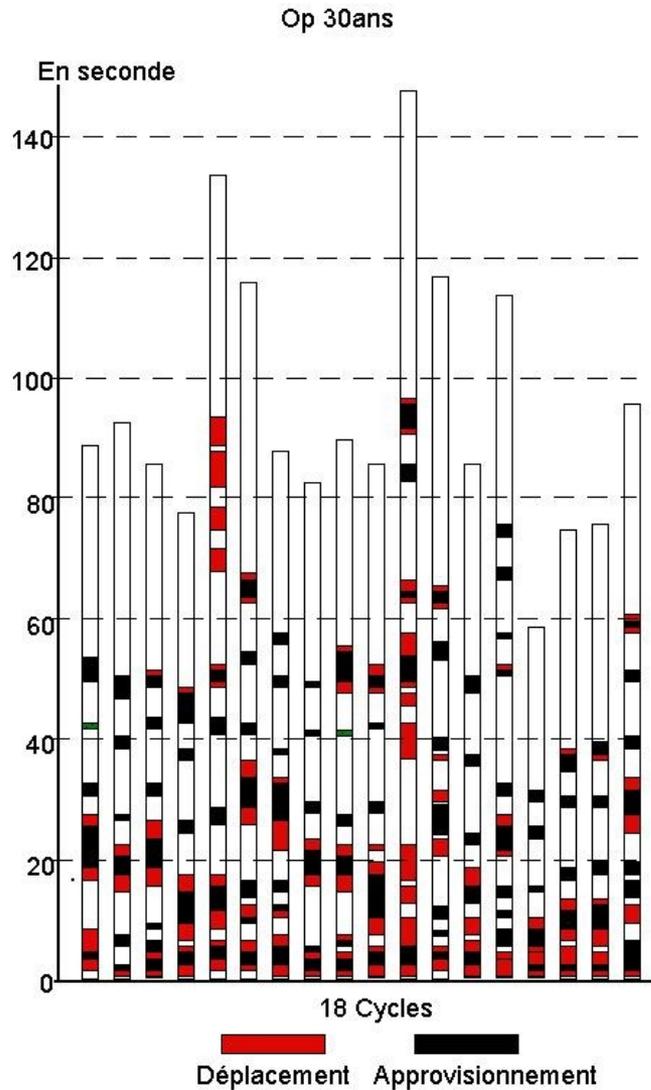
# Vitesse de déplacement selon l'âge

d'après Williams, K. & Bird, M.



# Différence de stratégie de montage selon l'âge

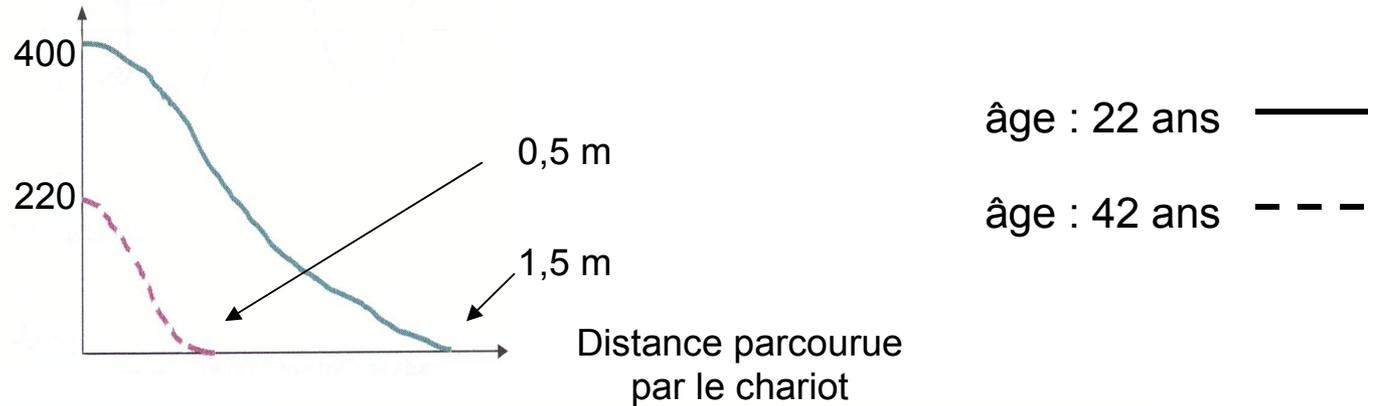
d'après Gaudart, C.



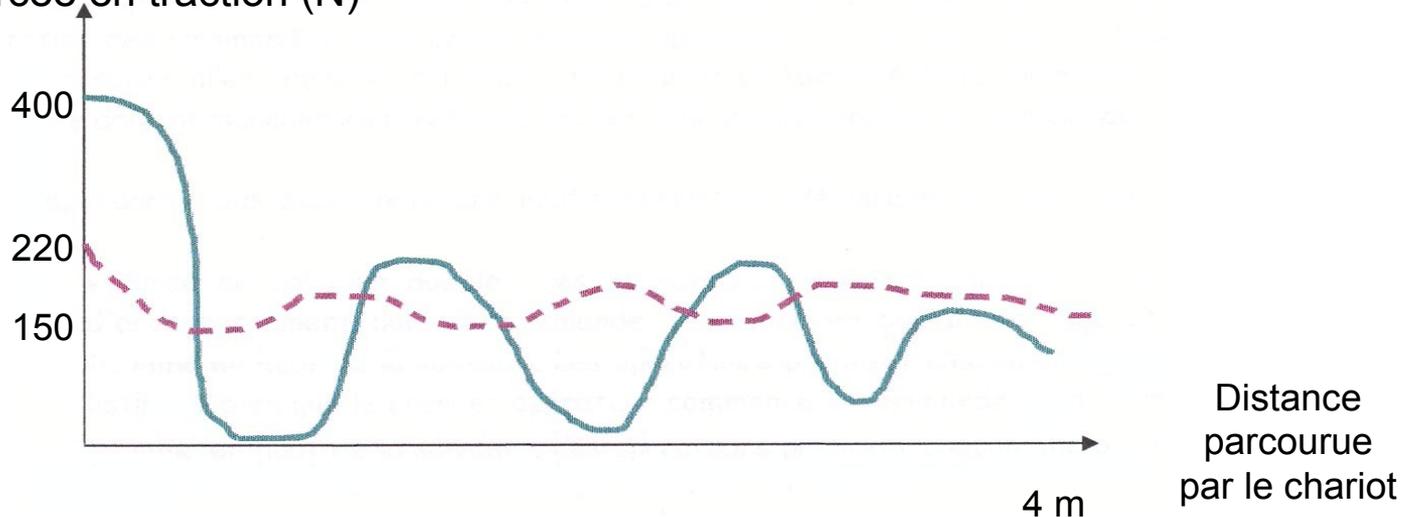
# Différence de stratégie pour le déplacement d'un chariot (charge : 75 kg) entre un opérateur jeune (22 ans) et un opérateur plus âgé (42 ans)

D 'après Cailleau, V., 2004

Force exercée au démarrage (N)

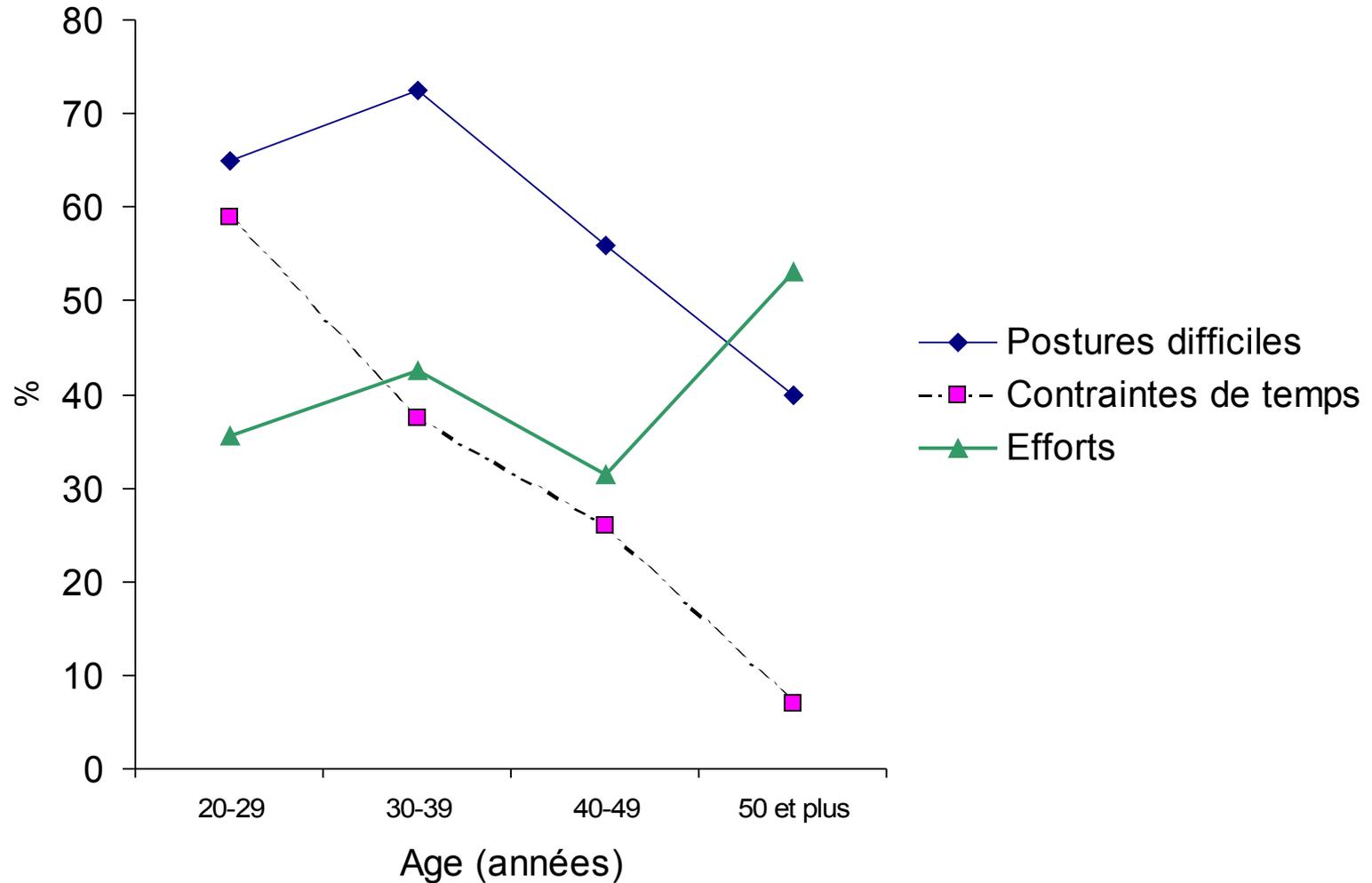


Force exercée en traction (N)

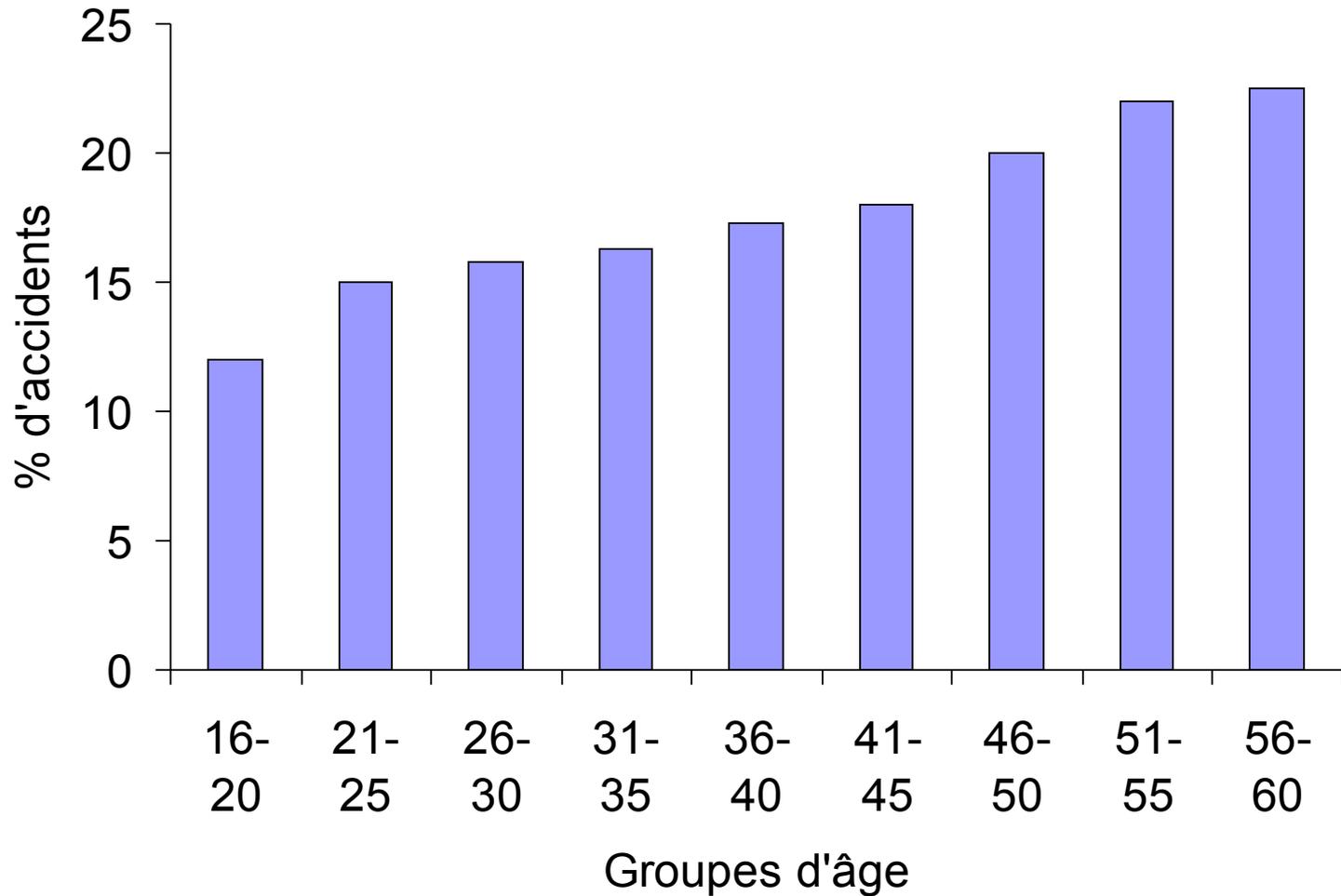


# Caractéristiques de postes d'opérateurs d'assemblage d'avions

d'après Colombel, J. & Millanvoye, M.



# Accidents au travail par chute, glissade et faux-pas en fonction de l'âge, d'après Buck & Coleman (1985)



# Causes (%) des accidents de la vie courante en 2001

(Institut de veille sanitaire - réseau EHLASS - 2003)

