

Plan

1. Introduction générale
2. Contrôle moteur
3. Mesures quantitatives de variables physiologiques
4. La manipulation d'objets
 1. *Tracés de base*
 2. *Statique: Lever-déposer*
 3. *Afférences tactiles*
 4. *Adaptation à des « perturbations »*
 5. *Dynamique: l'objet en mouvement*
5. contrôle moteur computationnel
 1. *Intuition*
 2. *Formalisation: théorie du contrôle*
 3. *Modèles internes: preuves expérimentales*
 4. *Rôle de la gravité*

Plan UE13

6. La préhension et le membre supérieur: aspects cliniques

1. *L'évaluation fonctionnelle du MS*
2. *Evaluation clinique de l'habileté manuelle par questionnaire*
3. *Rappel de la dynamique de la prehension et extensions*
4. *Exemples cliniques: regeneration du nerf median / hemiplegie*
5. *Evaluation des performances en pathologie*
6. *Introduction sur le transfert*

7. (Re)Apprentissage et ergonomie

1. *Introduction aux protocoles*
2. *Intérêt pour la rééducation*
3. *... mais littérature complexe*
4. *Généralisation, transfert et consolidation*
5. *Mouvements rythmiques*
6. *~~Imagerie mentale~~*

8. Intérêt de la robotique dans la réadaptation

1. *Avantages*
2. *Concept de robot*
3. *State of the art*
4. *Etudes cliniques*

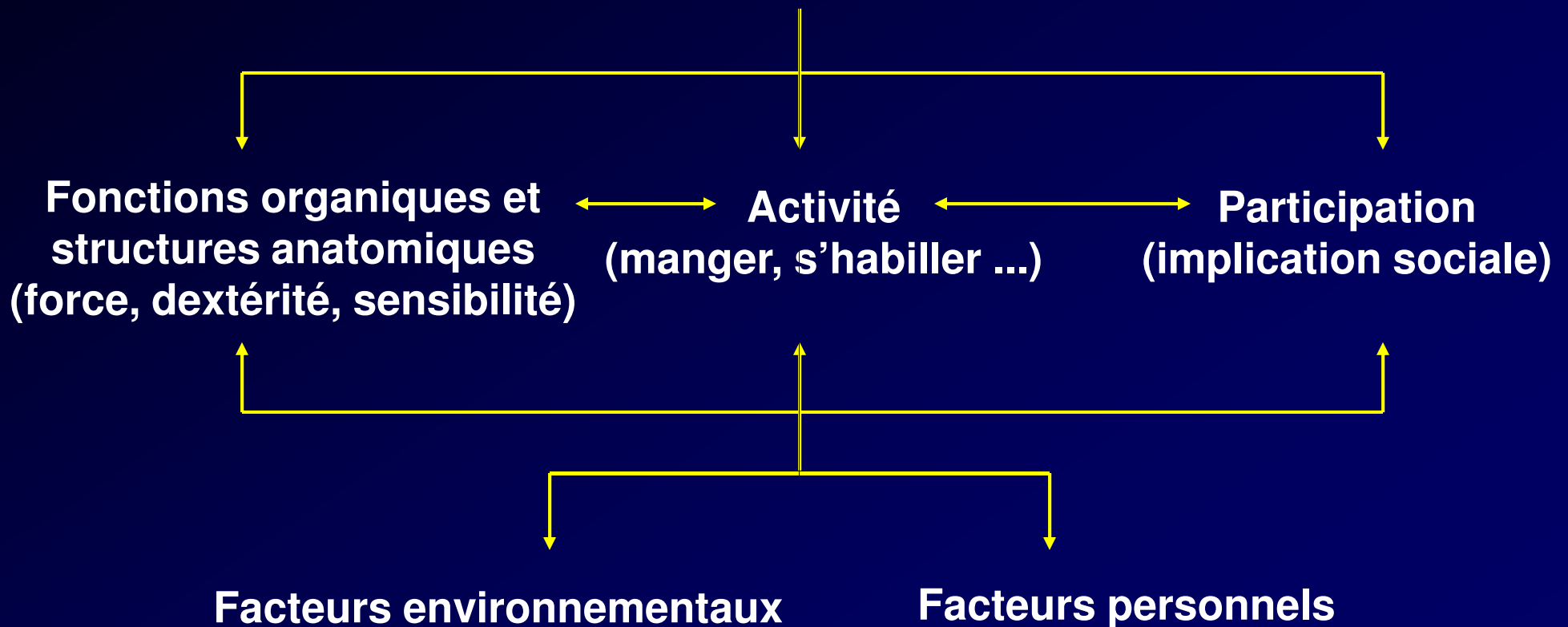
La préhension et le membre supérieur: aspects cliniques

2. Evaluation clinique de l'habileté manuelle par questionnaire

OMS - CIH-2

Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé

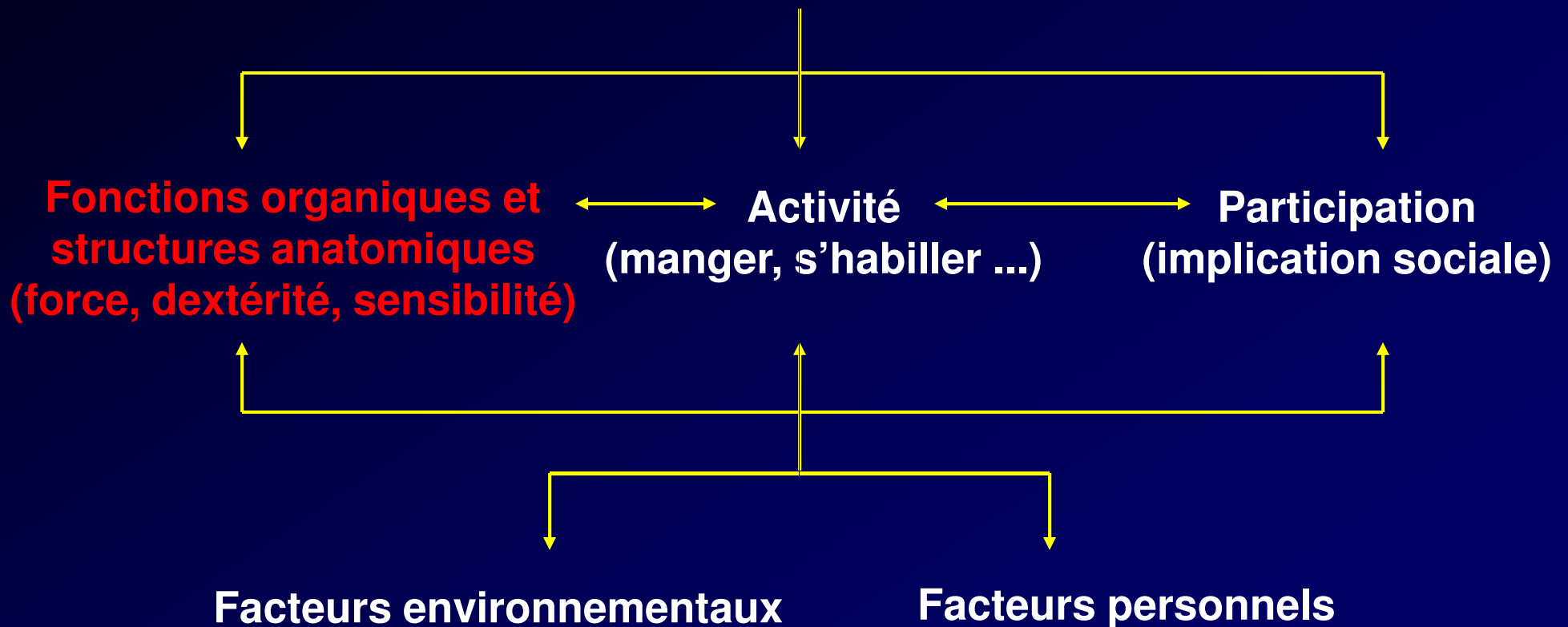
Problèmes de santé



OMS - CIH-2

Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé

Problèmes de santé

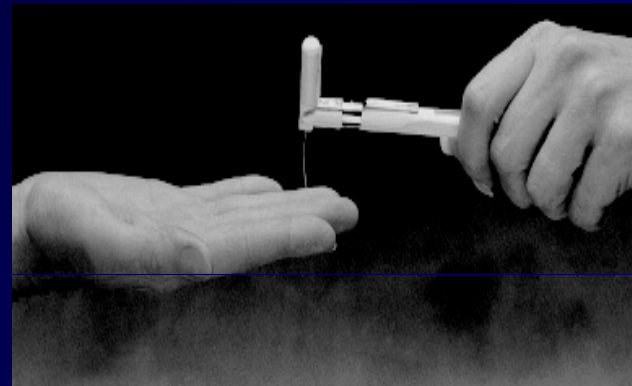


Déficiences du membre supérieur

Force de préhension



Sensibilité tactile



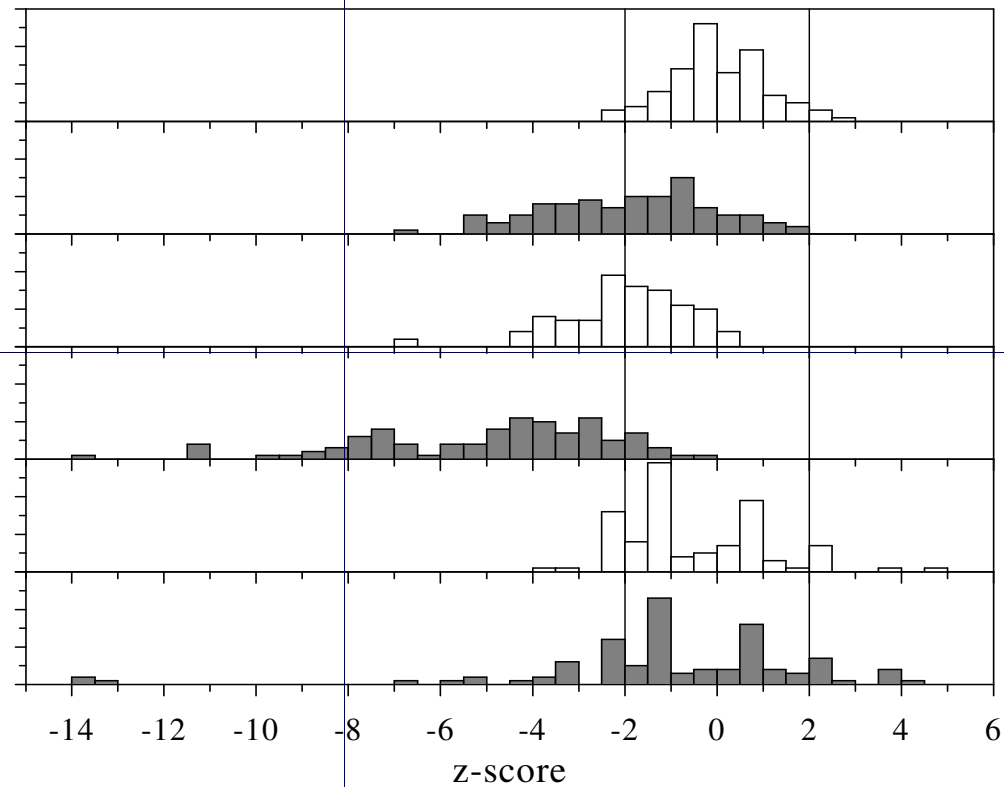
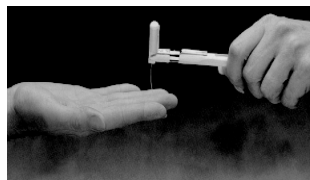
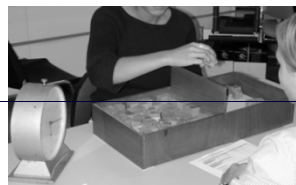
Dextérité manuelle



Dextérité digitale



Mesures des déficiences



□ Unaffected limb

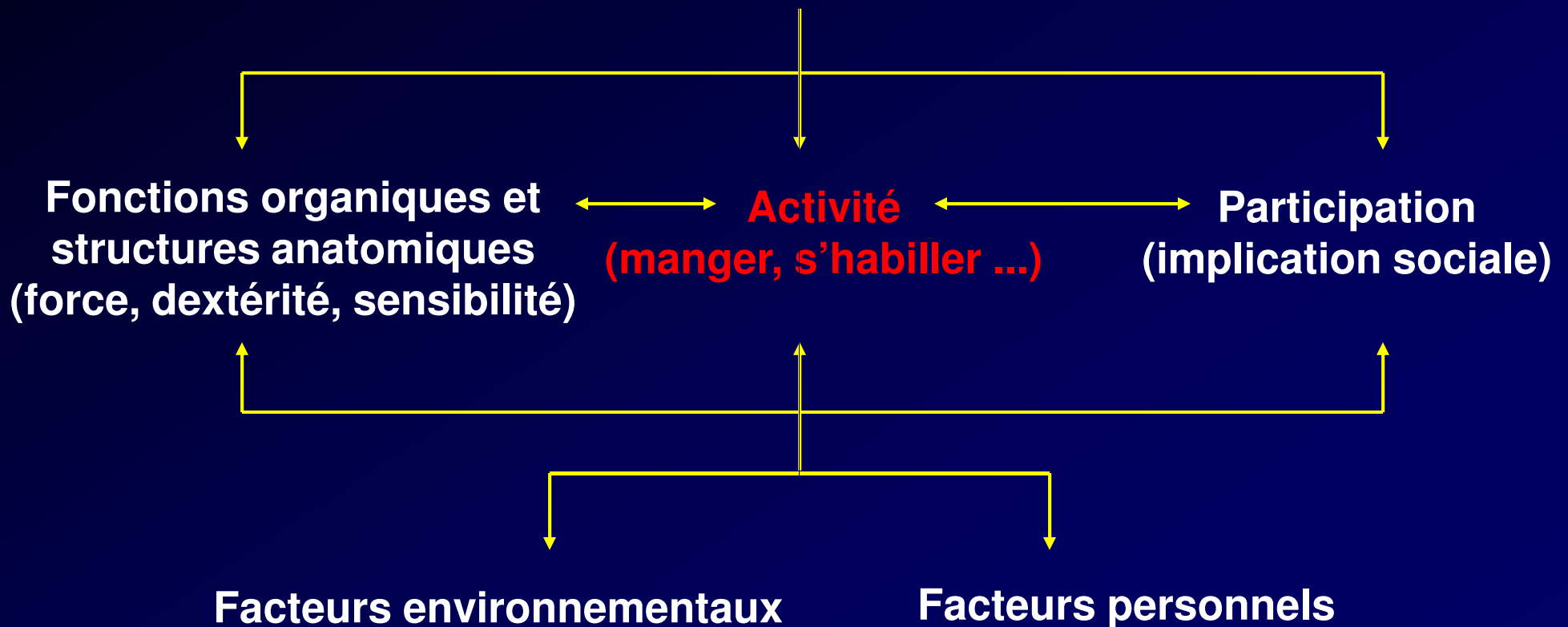
■ Affected limb

Penta et al. *Stroke* (2001; 32:1627-1634)

OMS - CIH-2

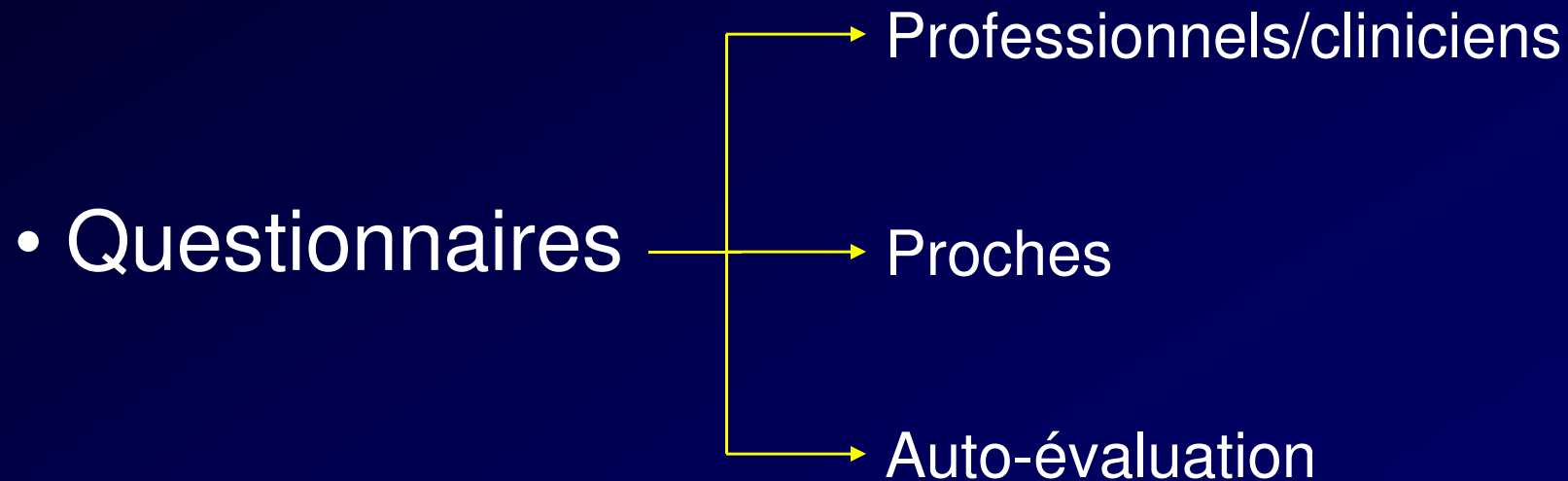
Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé

Problèmes de santé



Limitations d'activité du MS

- Observation directe



Examples

Handedness Questionnaire				
Instructions				
For each of the activities below, please indicate:				
<i>Which hand you prefer for that activity?</i>				
<i>Do you ever use the other hand for the activity?</i>				
Which hand do you prefer to use when:	Left	no pref	Right	Do you ever use the other hand?
Writing:	Left <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Right	<input type="checkbox"/> Yes
Drawing:	Left <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Right	<input type="checkbox"/> Yes
Throwing:	Left <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Right	<input type="checkbox"/> Yes
Using Scissors:	Left <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Right	<input type="checkbox"/> Yes
Using a Toothbrush:	Left <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Right	<input type="checkbox"/> Yes
Using a Knife (without a fork):	Left <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Right	<input type="checkbox"/> Yes
Using a Spoon:	Left <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Right	<input type="checkbox"/> Yes
Using a broom (upper hand):	Left <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Right	<input type="checkbox"/> Yes
Striking a Match:	Left <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Right	<input type="checkbox"/> Yes
Opening a Box (holding the lid):	Left <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Right	<input type="checkbox"/> Yes

Exemples

Handedness Questionnaire

Instructions
 For each of the activities below, please indicate:
Which hand you prefer for that activity?
Do you ever use the other hand for the activity?

	Which hand do you prefer to use when:			no pref	Do you ever use the other hand?
Writing:	Left <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Right		<input type="checkbox"/> Yes
Drawing:	Left <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Right		<input type="checkbox"/> Yes
Throwing:	Left <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Right		<input type="checkbox"/> Yes
Using Scissors:	Left <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Right		<input type="checkbox"/> Yes
Using a Toothbrush:	Left <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Right		<input type="checkbox"/> Yes
Using a Knife (without a fork):	Left <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Right		<input type="checkbox"/> Yes
Using a Spoon:	Left <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Right		<input type="checkbox"/> Yes
Using a broom (upper hand):	Left <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Right		<input type="checkbox"/> Yes
Striking a Match:	Left <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Right		<input type="checkbox"/> Yes
Opening a Box (holding the lid):	Left <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Right		<input type="checkbox"/> Yes

- Nouveaux elements
- Calcul de lateralite:

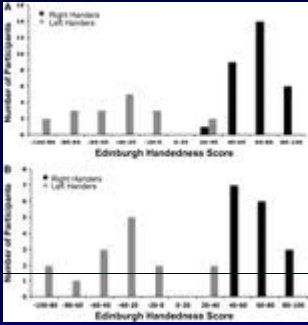
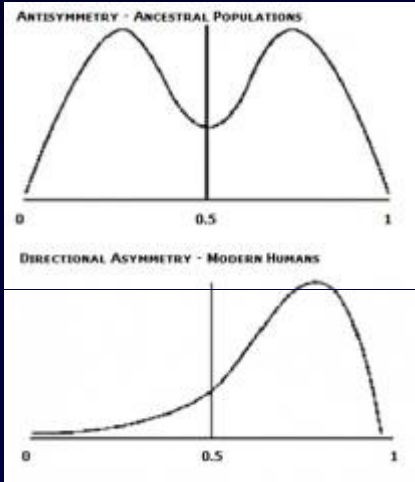
$$(R-L)/(R+L)*100$$

<-40: Gaucher

-40 a +40: ambidextre

>+40: Droitier

Examples



Statistiques

Say you were standing with one foot in the oven and one foot in an ice bucket. According to the percentage people, you should be perfectly comfortable.

Bobby Bragan, 1963

Biais des questionnaires ordinaux

Questionnaire composé de 20 éléments dichotomiques qui évaluent la **locomotion** (10) et le **membre supérieur** (10):

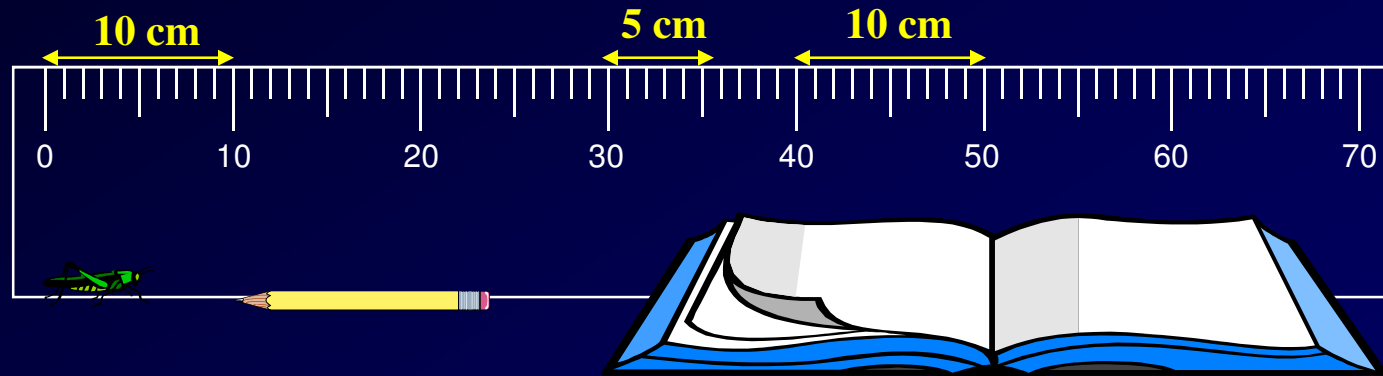
+1 si l'action est réalisée avec succès

0 sinon

Que signifie un score total de 10 ???

Qualités d'un bon instrument de mesure

le mètre



- Catégoriser
- Ordonner

sauterelle \neq crayon \neq livre
sauterelle $<$ crayon $<$ livre

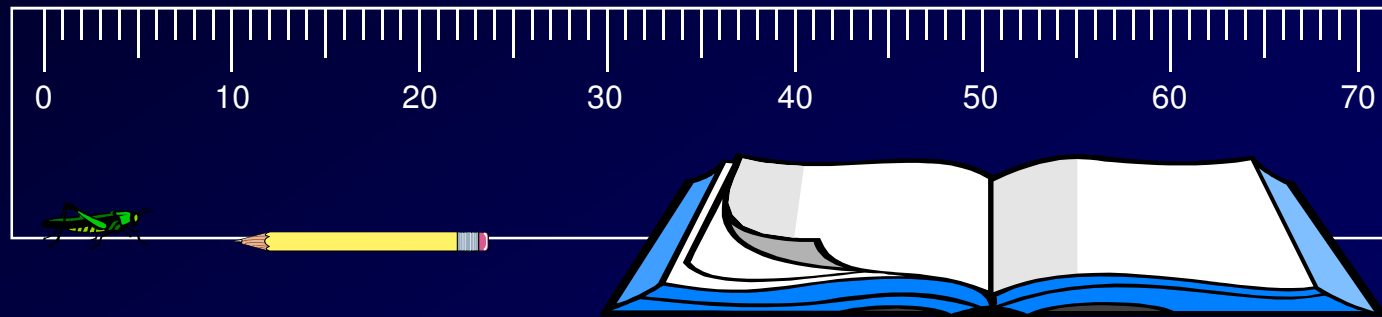
La linéarité : pouvoir quantifier !

- Calculer et interpréter

sauterelle + crayon $<$ livre

Qualités d'un bon instrument de mesure

le mètre

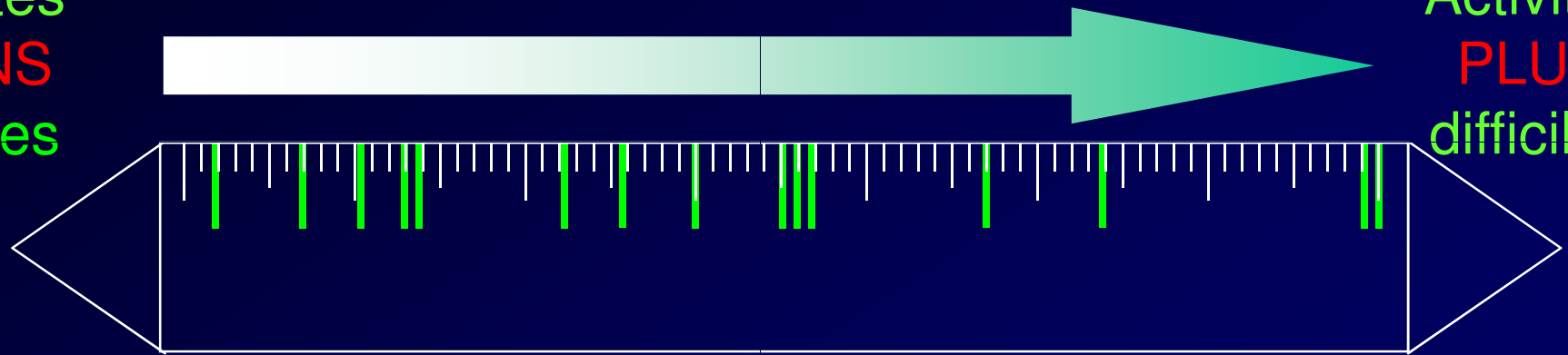


L'unidimensionnalité

Le mètre mesure **uniquement** la longueur des objets. La mesure obtenue ne dépendra pas d'autres facteurs (poids, couleur, nature, utilité, ...)

Un “mètre” pour mesurer l’habileté manuelle

Activités
MOINS
difficiles



Activités
PLUS
difficiles

habileté manuelle

Les questionnaires

Quelle difficulté éprouvez-vous lorsque vous effectuez les activités manuelles suivantes?

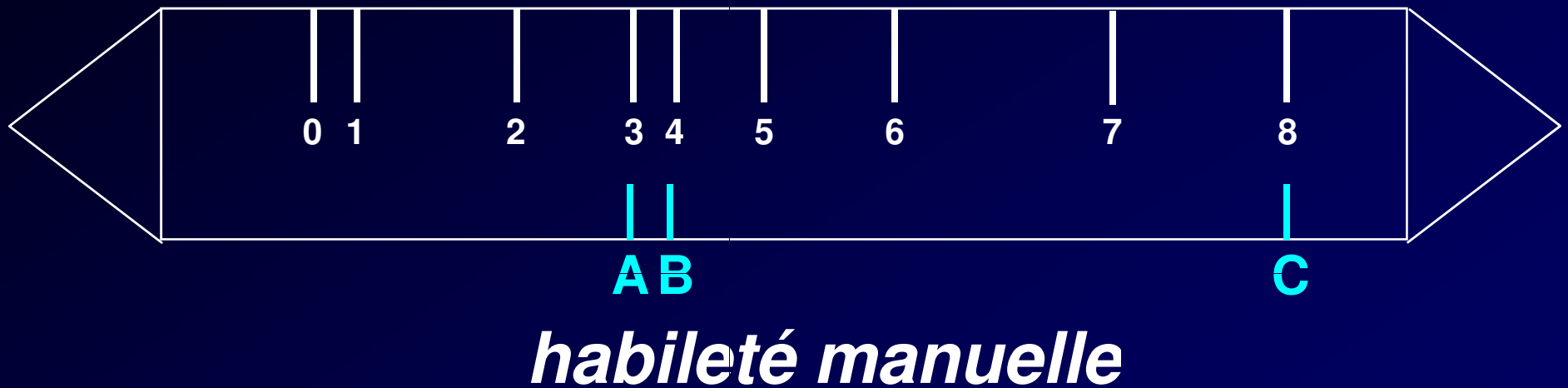
	0 Impossible	1 Difficile	2 Facile
Enfoncer un clou (E)	X		
Couper de la viande (C)		X	
Fermer la tirette d'une veste (F)		X	
Se laver les mains (L)			X

PRUDENCE !!!



Score total = 4/8

Les qualités d'un questionnaire



- Catégoriser
- Ordonner

Patient A \neq Patient B \neq Patient C

Patient A $<$ Patient B $<$ Patient C

~~La linéarité~~

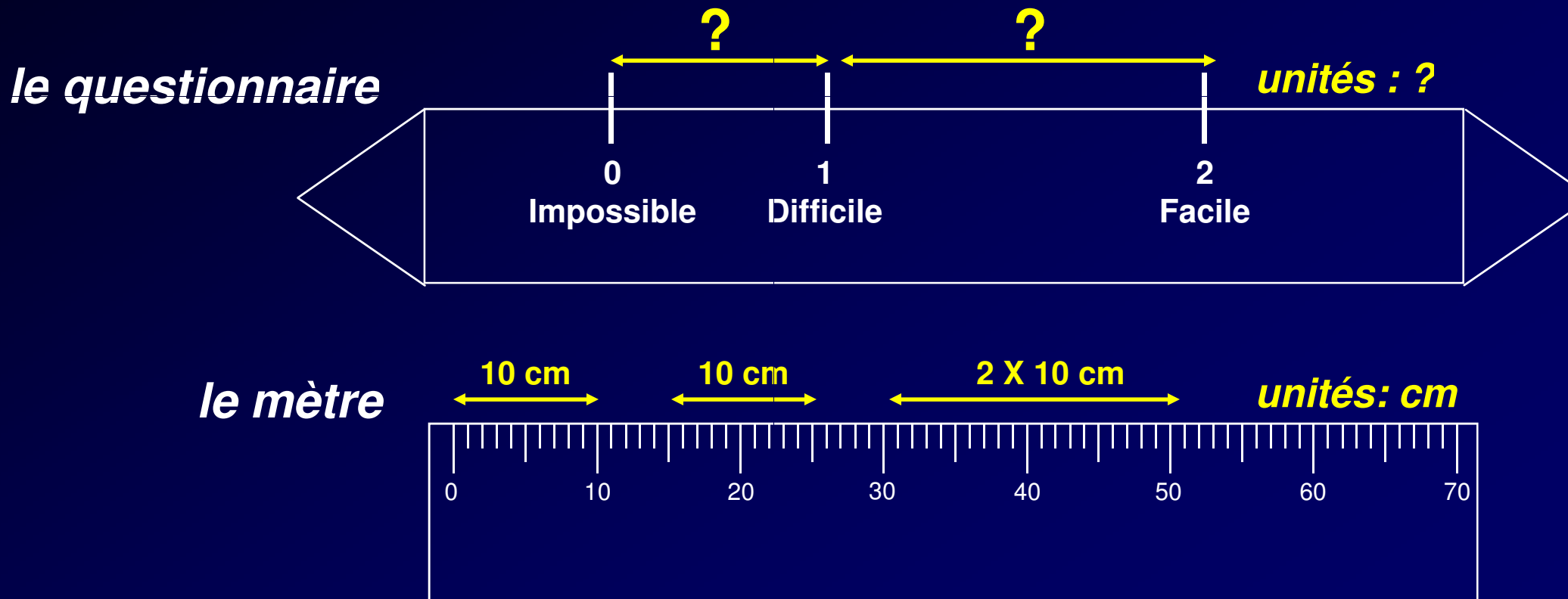
- Calculer et interpréter

Patient A + Patient B \neq Patient C

Problème de linéarité

Première source d'erreur:

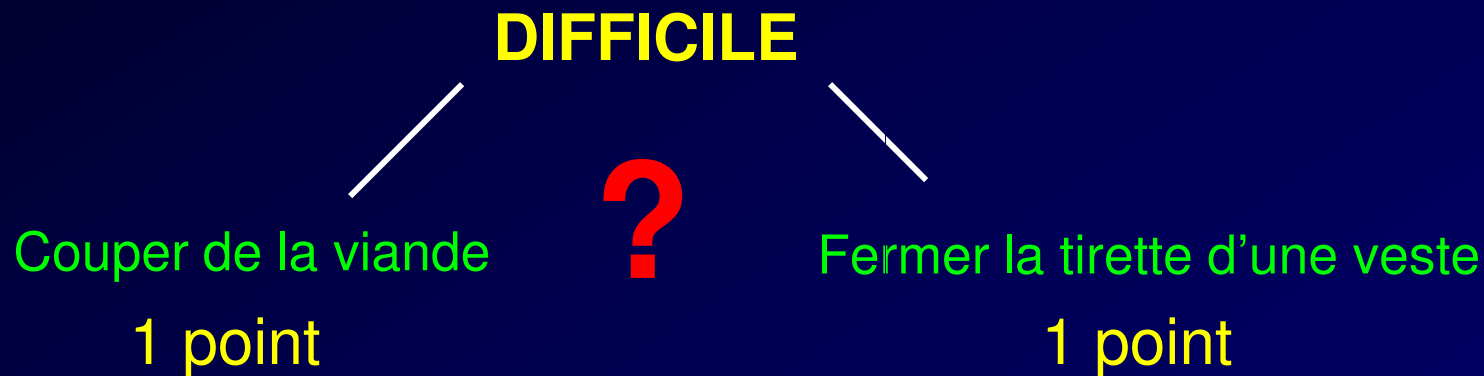
La distance entre des catégories contigües est inconnue



Problème de linéarité

Deuxième source d'erreur:

Les activités, ayant des difficultés différentes, n'ont pas le même poids dans la définition de l'habileté manuelle.



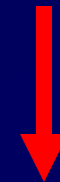
... mais COMBIEN difficile

Vérifier la linéarité

Quelle difficulté éprouvez-vous lorsque vous effectuer les activités manuelles suivantes?

	0 Impossible	1 Difficile	2 Facile
Enfoncer un clou (E)	X		
Couper de la viande (C)	X		
Fermer la tirette d'une veste (F)			X
Se laver les mains (L)			X

Signification ?

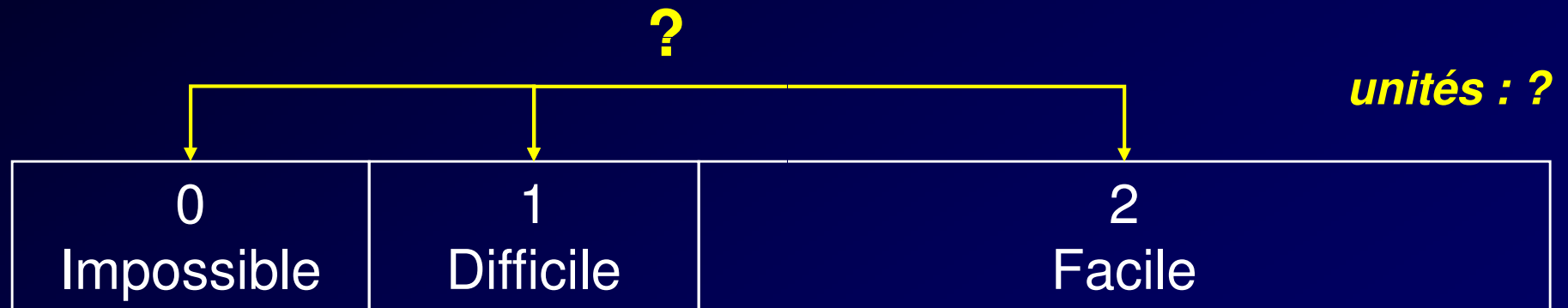


Score total = 4/8

Vérifier la linéarité

Première source d'erreur:

La distance entre des catégories contigües est inconnue



Vérifier la linéarité

Deuxième source d'erreur:

Les activités, ayant des difficultés différentes, n'ont pas le même poids dans la définition de l'habileté manuelle.

Couper de la viande

0 Impossible	1 Difficile	2 Facile
-----------------	----------------	-------------

1 point

Fermer la tirette d'une veste

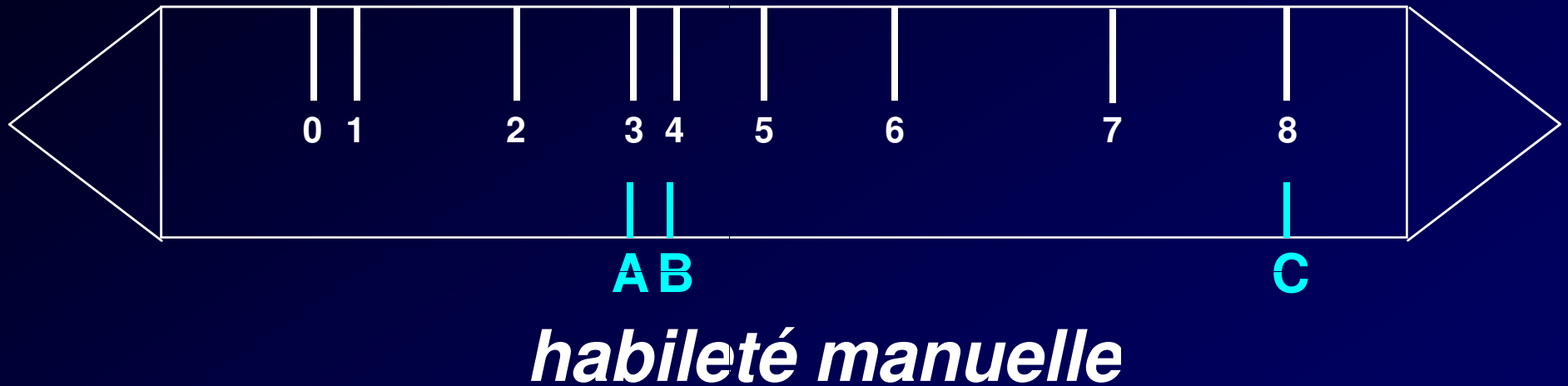
0 Impossible	1 Difficile	2 Facile
-----------------	----------------	-------------

1 point



... mais lequel est le plus difficile

Vérifier la linéarité



- Catégoriser
- Ordonner

Patient A \neq Patient B \neq Patient C
Patient A < Patient B < Patient C

~~La linéarité~~

- Calculer et interpréter

Patient A + Patient B \neq Patient C

Problème d'unidimensionnalité

- Le questionnaire doit mesurer **UNIQUEMENT** l'habileté manuelle.
- La mesure obtenue au questionnaire ne doit pas dépendre de facteurs tels que l'âge, le sexe, la race, la profession, ...

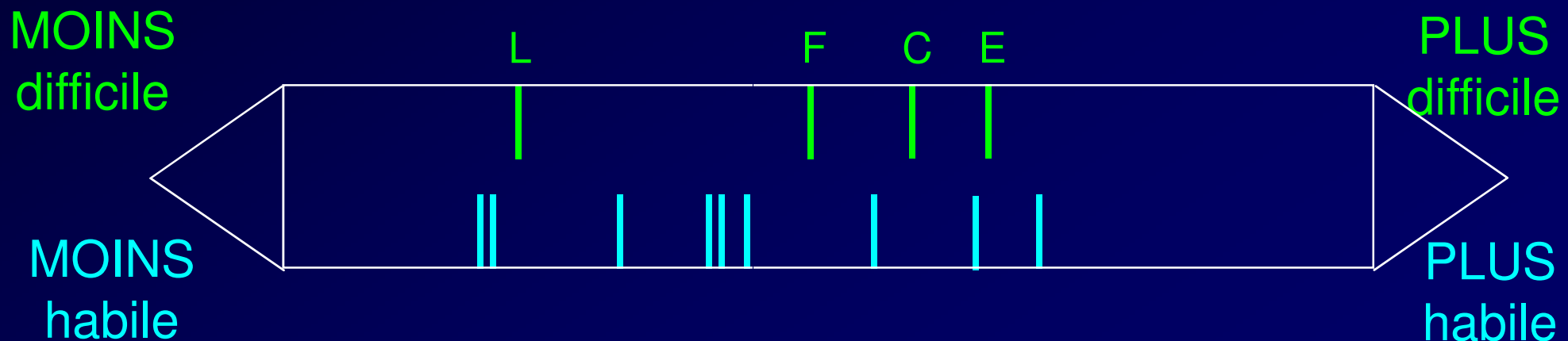
Le modèle probabiliste Rasch

Le modèle estime :

- la difficulté de chaque item
- l'habileté de chaque patient

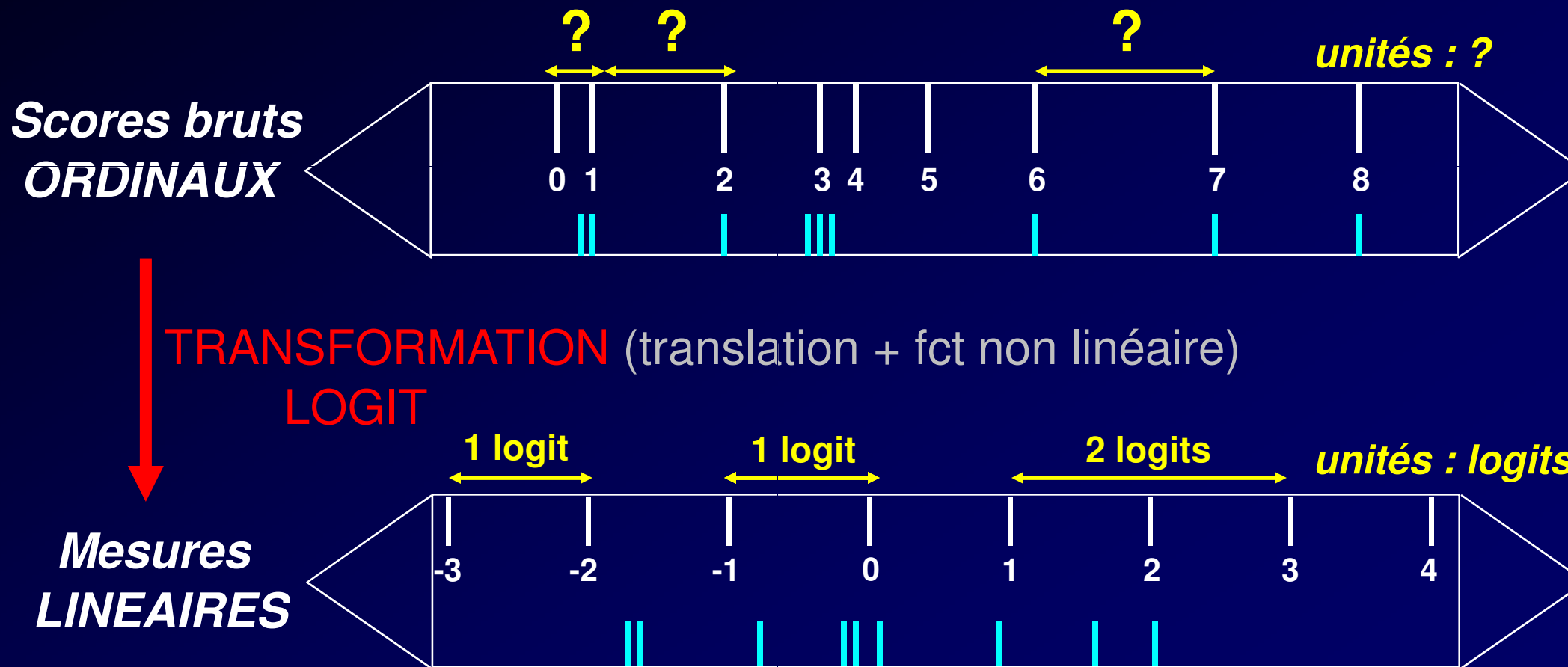
} POSITIONNER
SUR LE METRE

à partir de la proportion des réponses aux items



Modèle de Rasch et linéarité

Transformation en unités "logits"



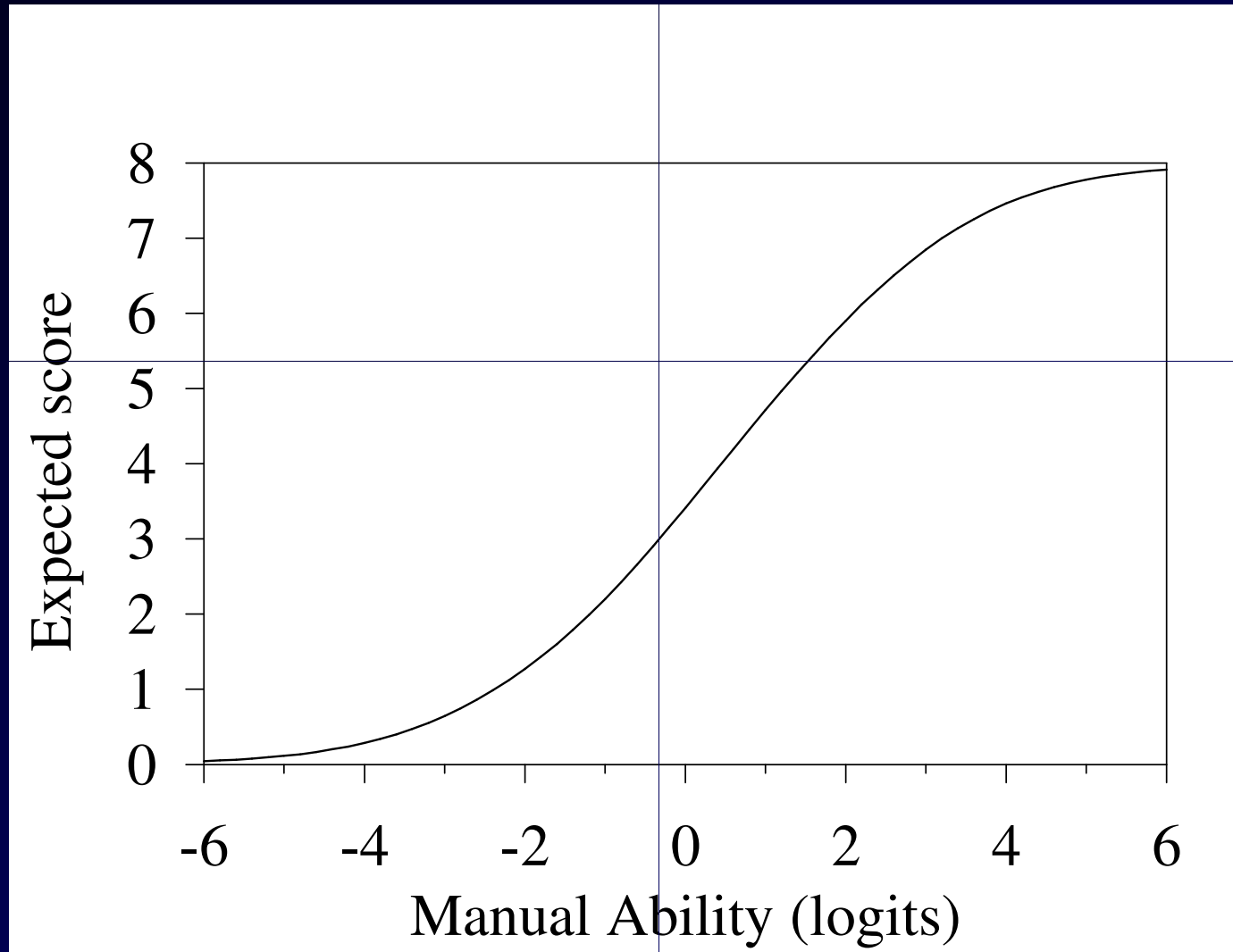
Le logit (log-odds unit)

Le logit: le logarithme naturel du rapport entre la probabilité de réussir une activité et celle de rater cette même activité.

Rasch model:

$$\ln (P_{ni1}/P_{ni0}) = \beta_n - \delta_i \text{ [logits]}$$

Transformation linéaire (4 items)



Transformation linéaire (1 item)

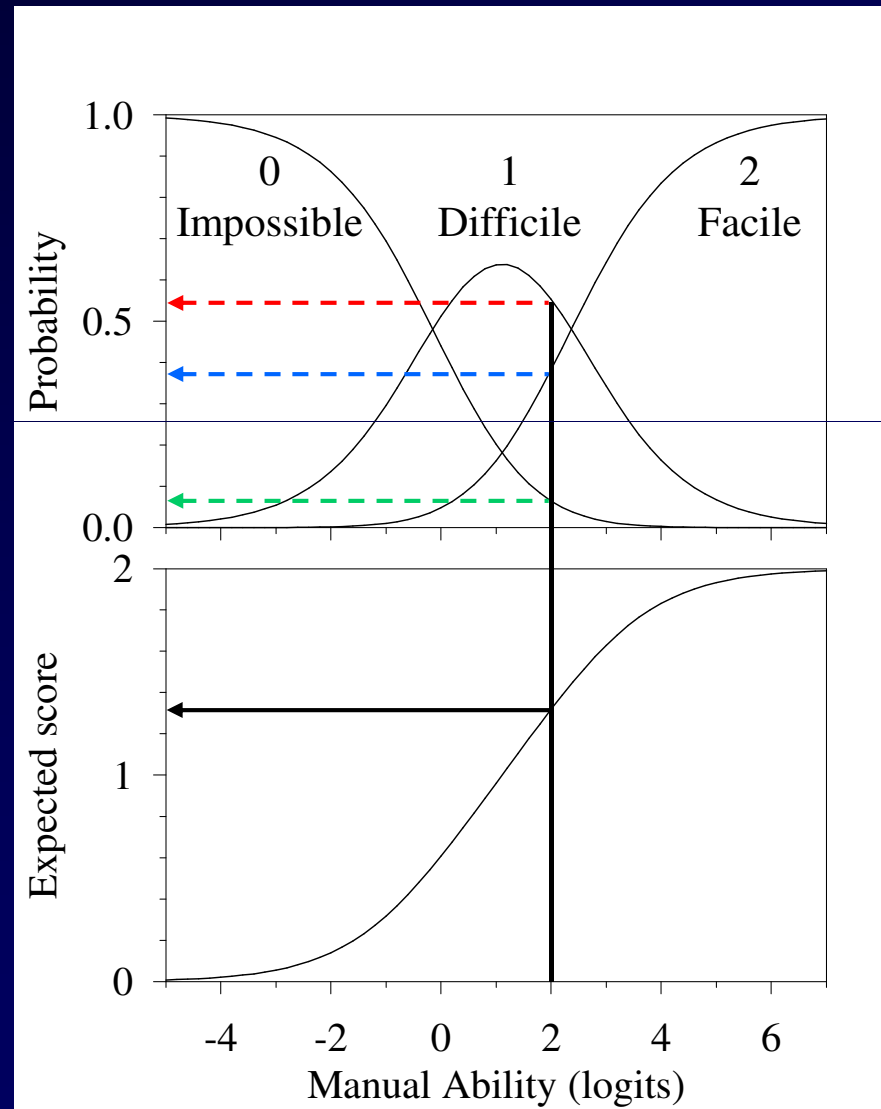
Couper de la viande



Score attendu:

$$\begin{array}{r} (0 \times 0.07) \\ (1 \times 0.55) \\ + (2 \times 0.38) \\ \hline 1.31 \end{array}$$

Facile
Difficile
Impossible



Transformation linéaire (4 items)

0	1	2
Impossible	Difficile	Facile

Plus Facile

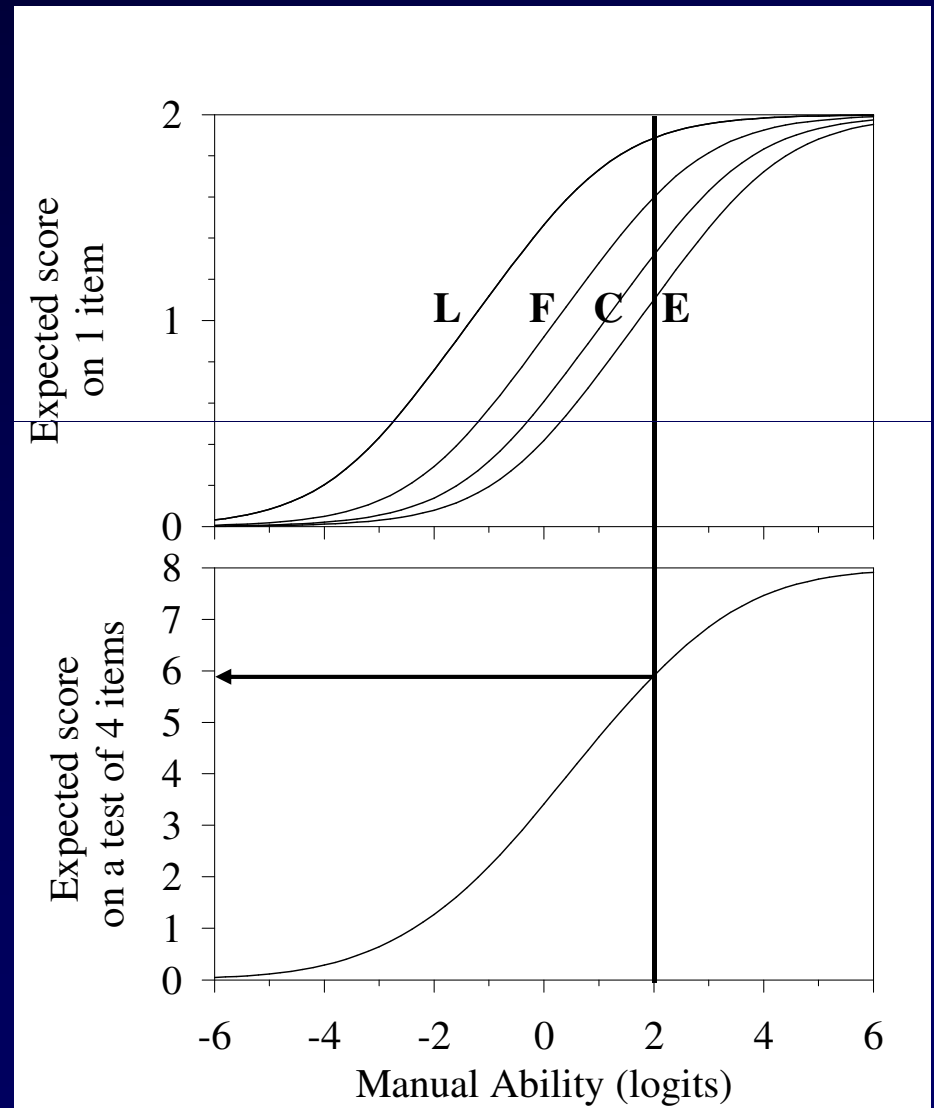
Se laver les mains (L)

Fermer la tirette d'une veste (F)

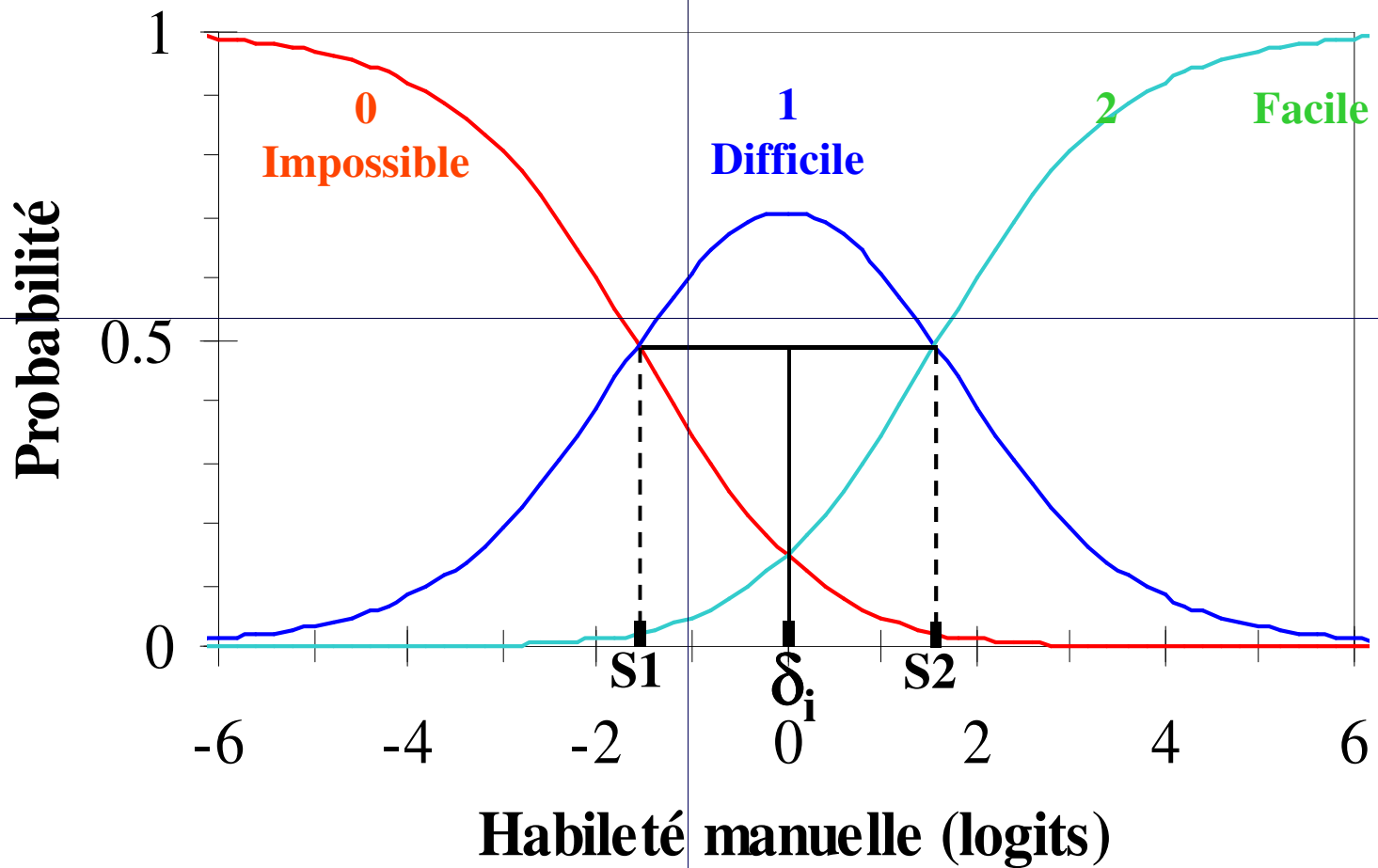
Couper de la viande (C)

Enfoncer un clou (E)

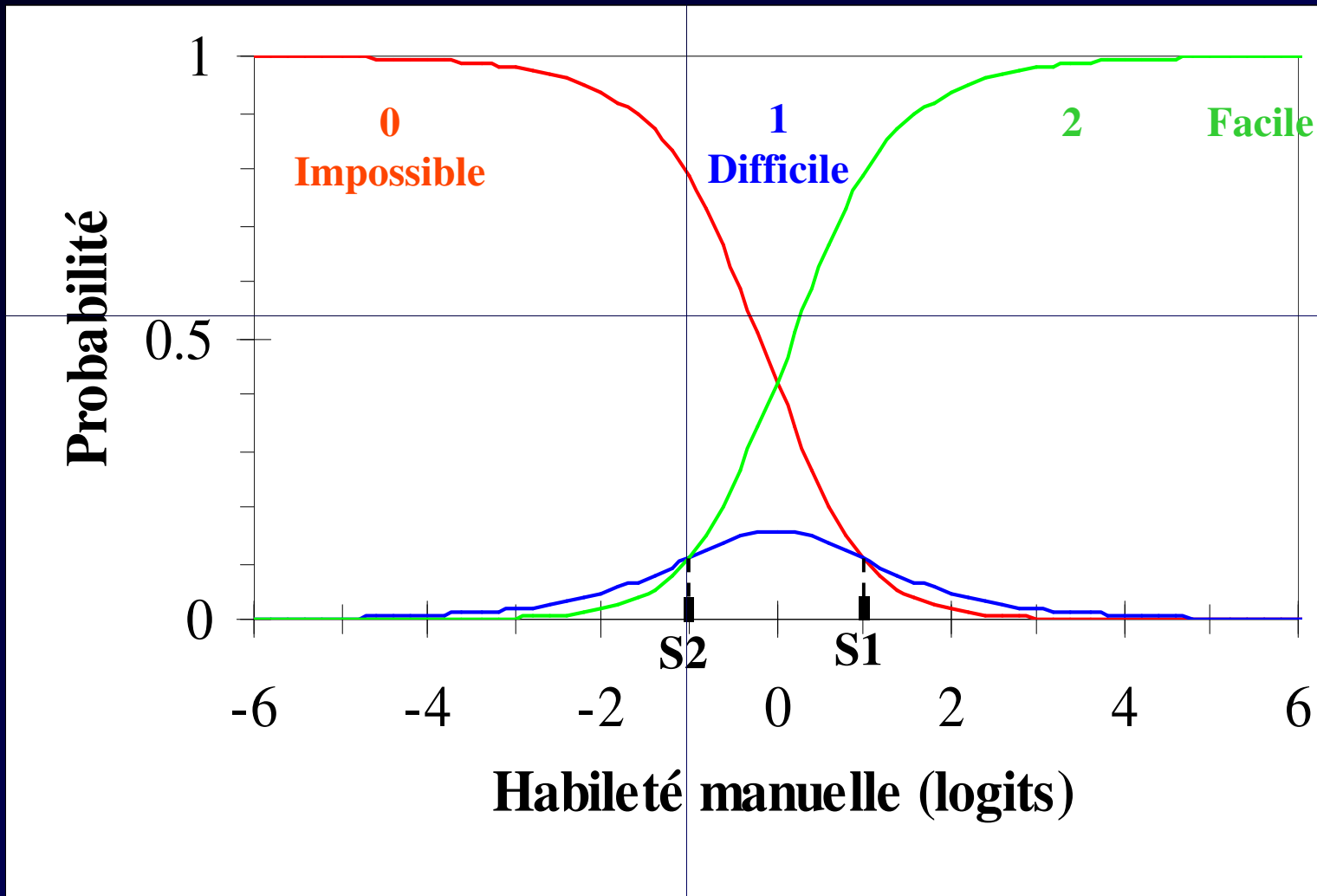
Plus Difficile



Ordre des seuils



Désordre des seuils



Même format de réponses

Partial Credit

S1		S2
Impossible	Difficile	Facile
Impossible	Difficile	Facile

Rating Scale

Impossible	Difficile	Facile
Impossible	Difficile	Facile

Même format de réponses

 Rating Scale à 3 catégories

Elimination des :

- Items dichotomiques (2 catégories)
- Items ayant un écart entre les seuils statistiquement différent de la moyenne de tous les écarts (Z-score)

Modèle de Rasch et unidimensionnalité

Le modèle analyse les réponses de chaque patient à chaque item et détecte les réponses improbables.

	Sit	Stand	Walk	Run	Total Score
Patient A	1	1	1	1	4
Patient B	1	1	1	0	3
Patient C	1	1	0	0	2
Patient D	1	0	0	0	1

Modèle de Rasch et unidimensionnalité

Le modèle analyse les réponses de chaque patient à chaque item et détecte les réponses improbables.

	Sit	Stand	Walk	Run	Total Score
Patient A	1	1	1	1	4
Patient B	0	0	1	1	2
Patient C	1	1	0	0	2
Patient D	1	0	0	0	1

Modèle de Rasch et unidimensionnalité

Le modèle analyse les réponses de chaque patient à chaque item et détecte les réponses improbables.

	Stand	Walk	Run	Speaking English	Total Score
Patient A	1	1	1	0	3
Patient B	1	1	0	1	3
Patient C	1	0	0	0	1
Patient D	0	0	0	1	1

Un questionnaire d'habileté manuelle

Impossible / Difficile / Facile
0 / 1 / 2

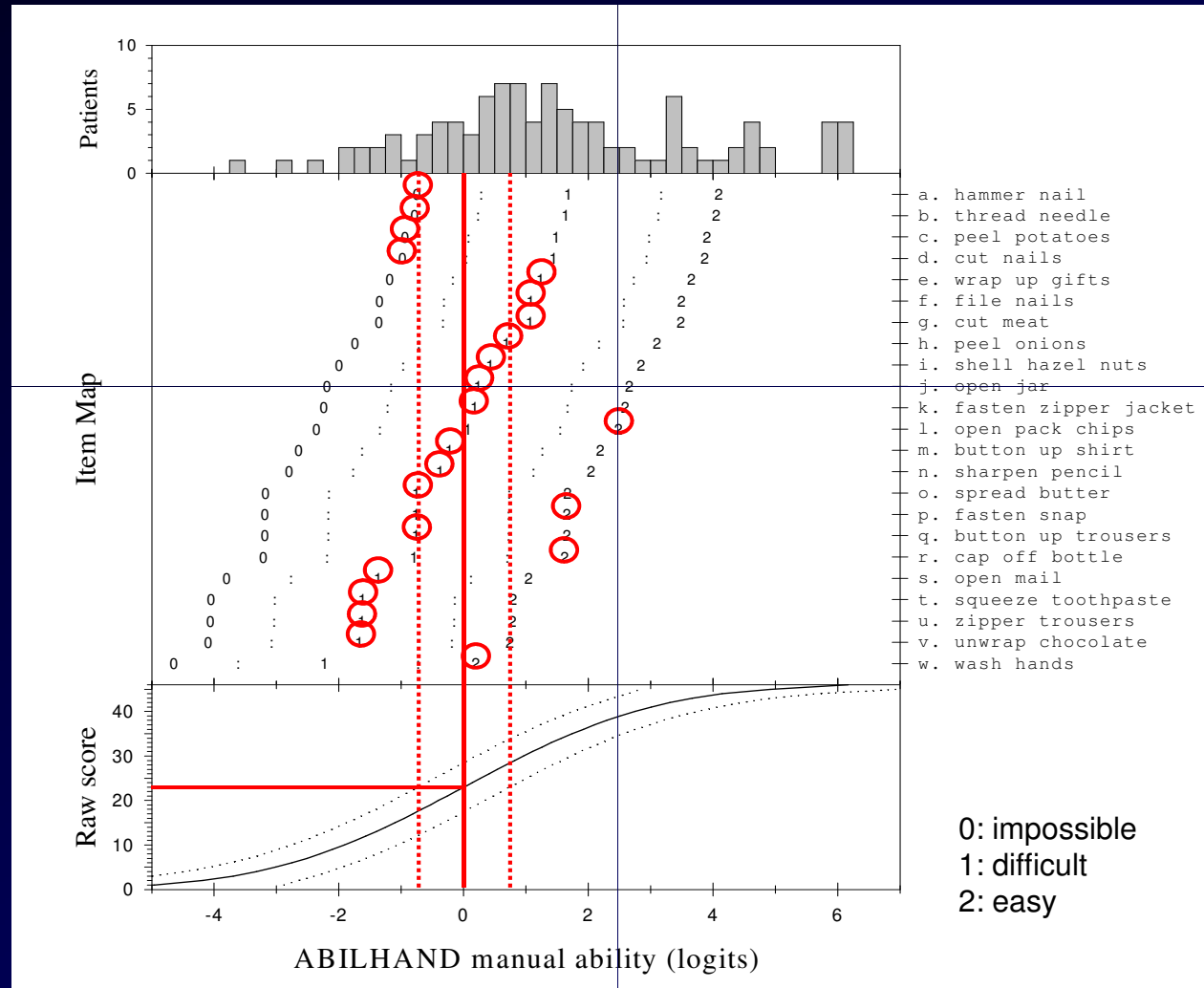
- Washing one's hands
- Peeling potatoes with a knife
- Spreading butter on a slice of bread
- Wrapping up gifts
- Buttoning up a shirt
- Threading a needle
- Cutting meat

... 23 activities



Total Score

Le questionnaire ABILHAND



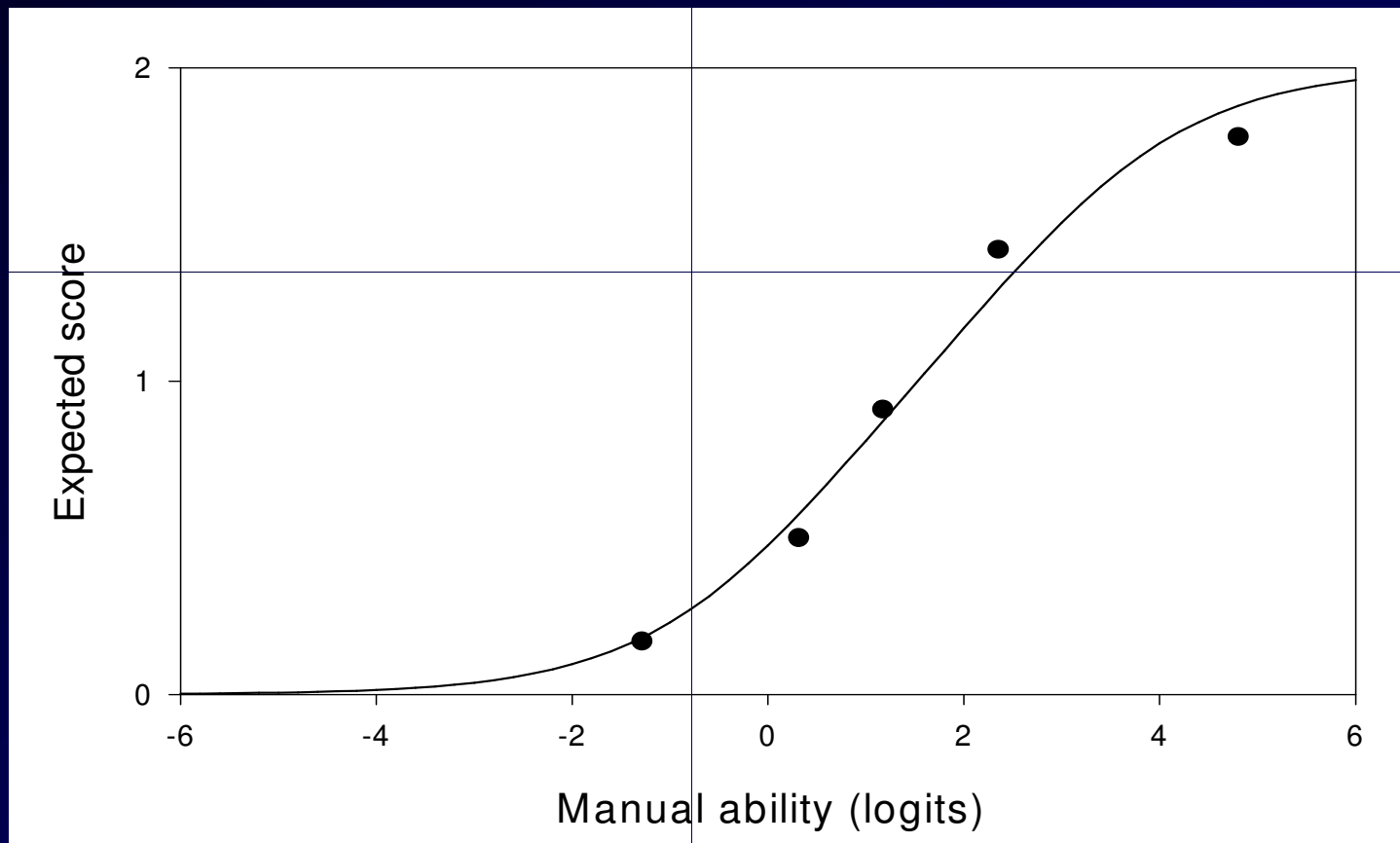
Penta et al. *Stroke* (2001; 32:1627-1634)

“Peeling potatoes with a knife”

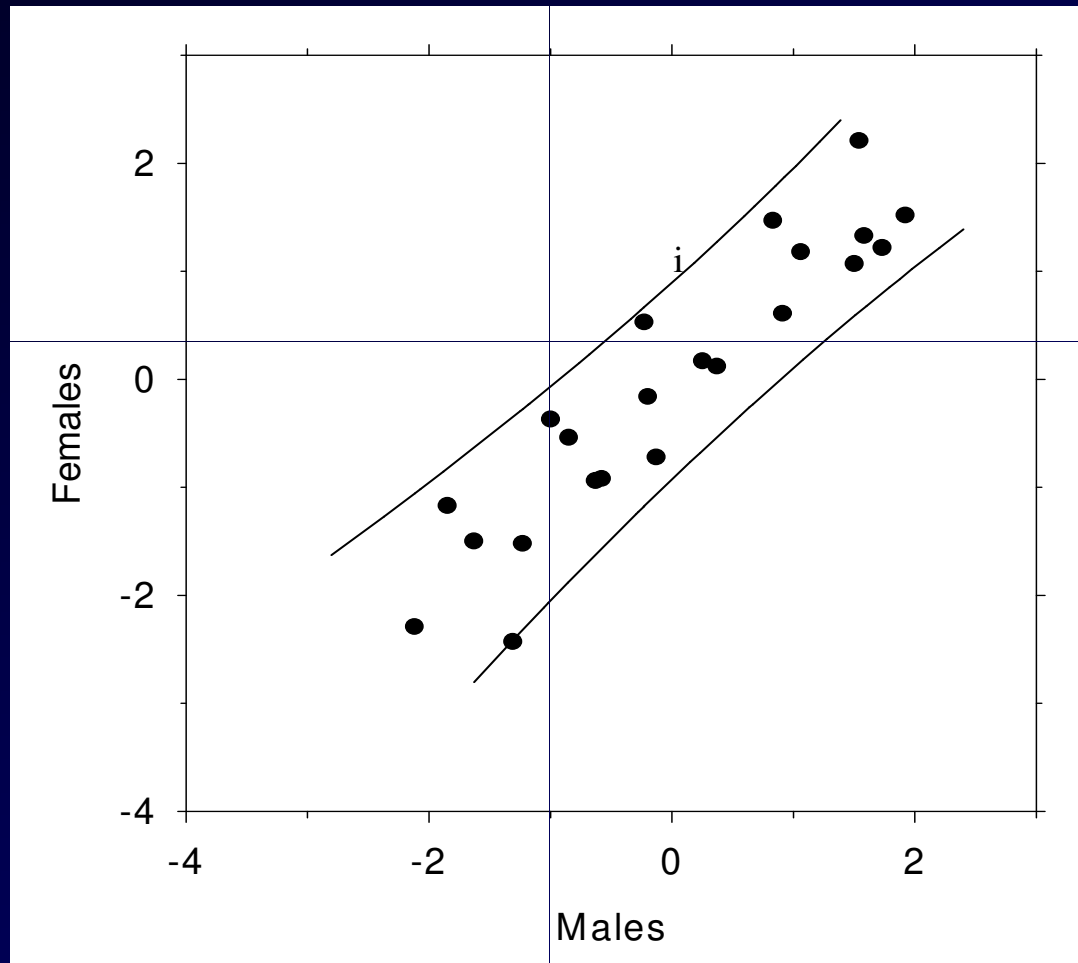
Easy

Dif

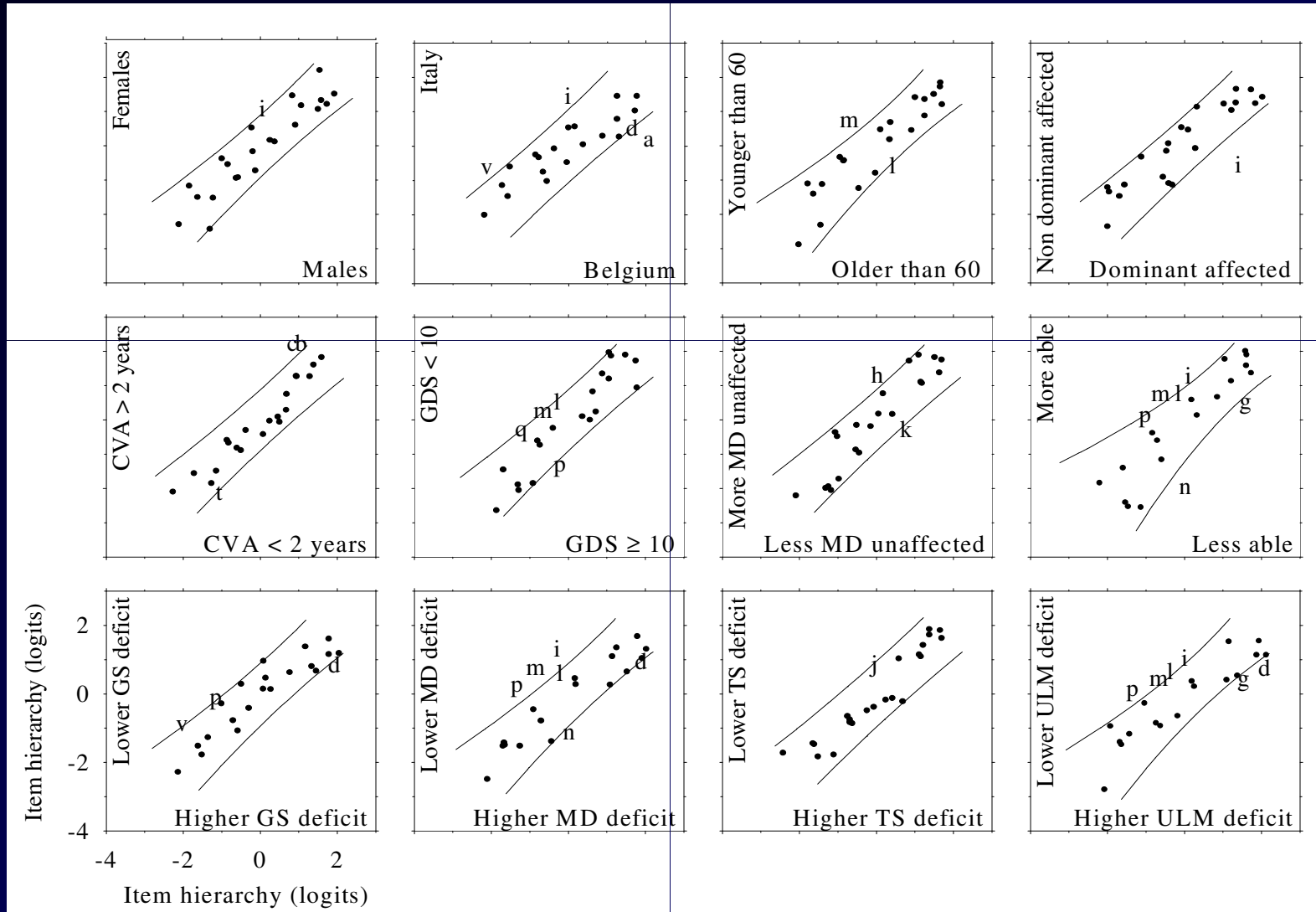
Imp



Invariant across gender



Invariant item hierarchy



Item hierarchy

More
difficult

More
easy

Items	Difficulty (logits)	Bimanual Involvement
a. Hammering a nail	1.72	C
b. Threading a needle	1.68	C
c. Peeling potatoes with a knife	1.53	C
d. Cutting one's nails	1.49	C
e. Wrapping up gifts	1.28	C
f. Filing one's nails	1.12	C
g. Cutting meat	1.11	C
h. Peeling onions	0.73	C
i. Shelling hazel nuts	0.47	C
j. Opening a screw-topped jar	0.28	C
k. Fastening the zipper of a jacket	0.22	B
l. Tearing open a pack of chips	0.11	C
m. Buttoning up a shirt	-0.18	A
n. Sharpening a pencil	-0.33	C
o. Spreading butter on a slice of bread	-0.71	B
p. Fastening a snap (jacket, bag, ...)	-0.72	A
q. Buttoning up trousers	-0.72	B
r. Taking the cap off a bottle	-0.75	B
s. Opening mail	-1.33	B
t. Squeezing toothpaste on a toothbrush	-1.58	A
u. Pulling up the zipper of trousers	-1.59	A
v. Unwrapping a chocolate bar	-1.63	A
w. Washing one's hands	-2.18	A

Activity that

**A: can be split into
unimanual sequences**

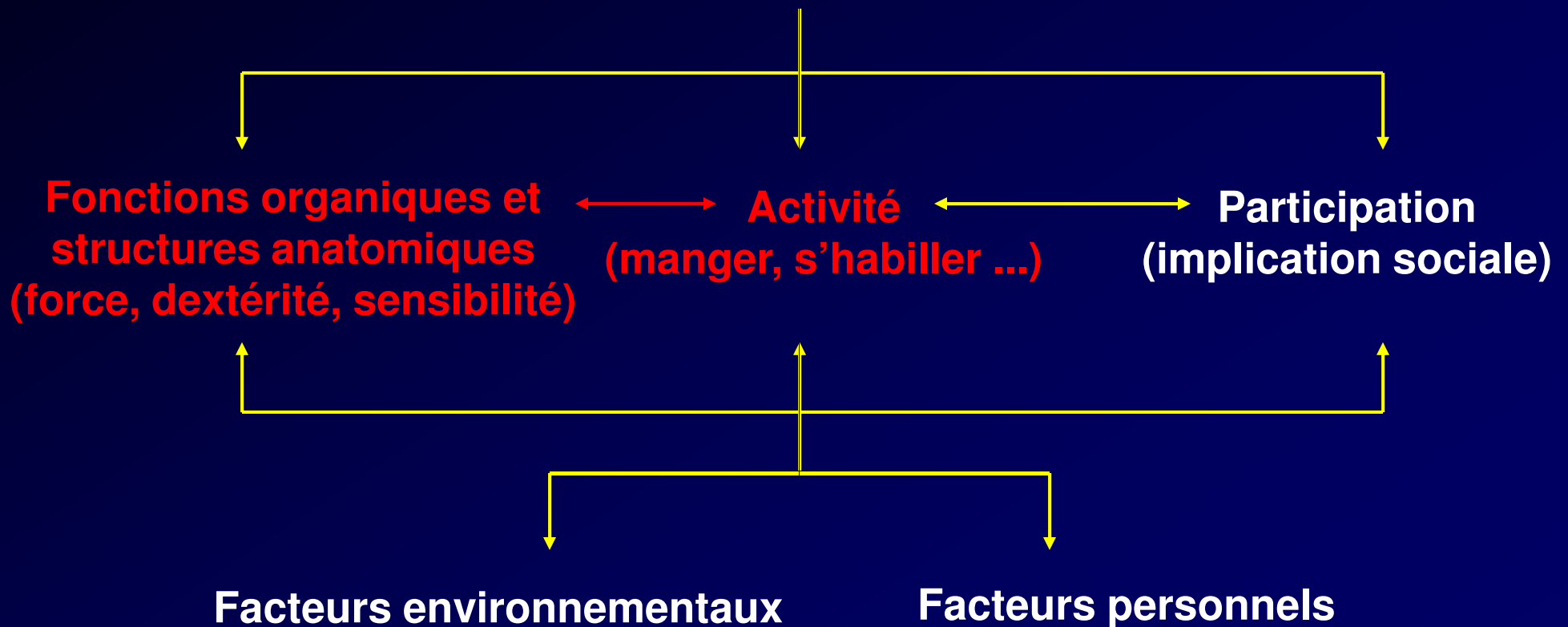
**B: requires a global
object stabilization**

**C: requires
digital activity**

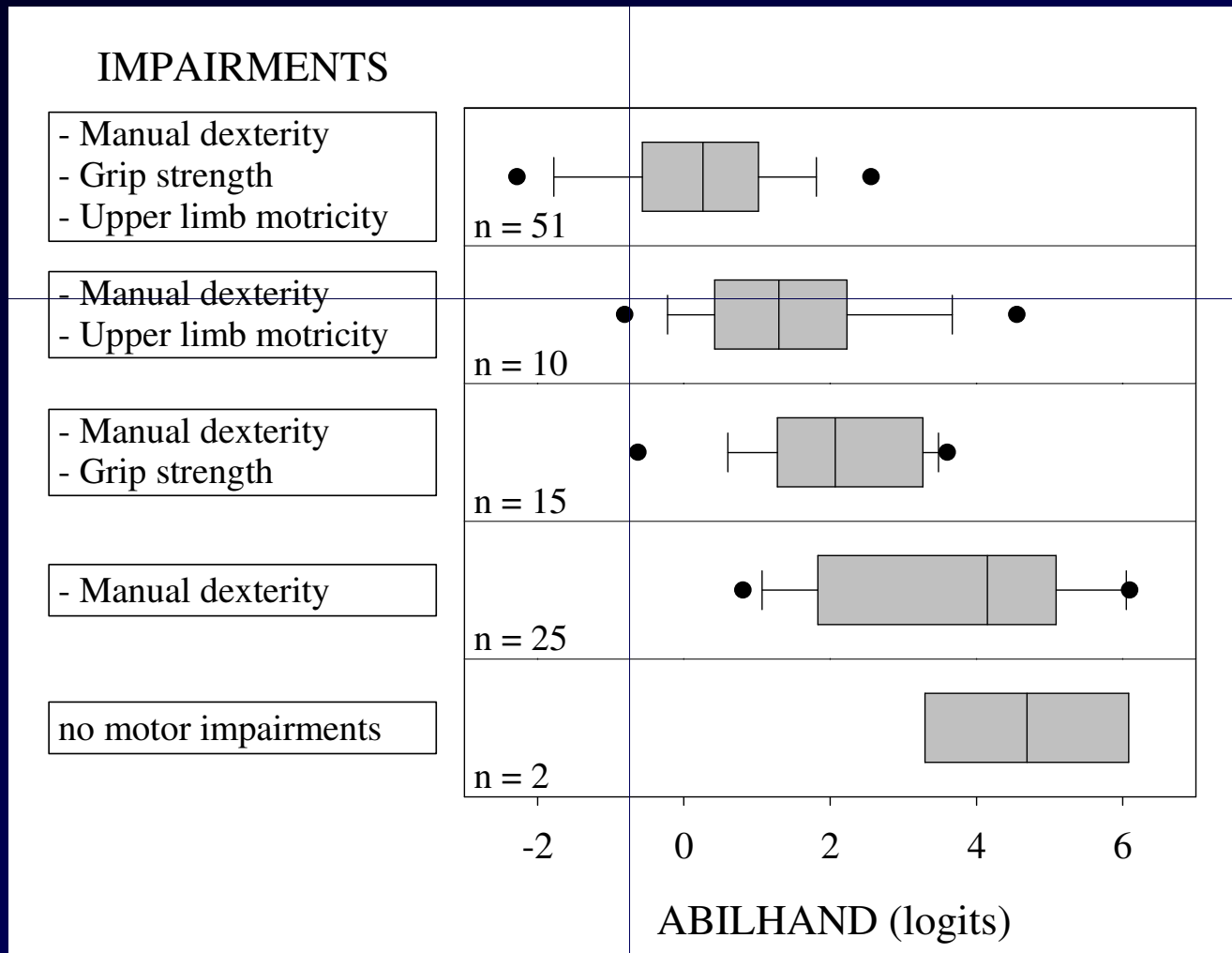
OMS - CIH-2

Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé

Problèmes de santé



Relation entre les déficiences du MS et l'habileté manuelle



Relation entre les déficiences du MS et l'habileté manuelle

Variables	Correlation with manual ability	
	R	P value
Grip strength	0.562	<0.001
Manual dexterity	0.598	<0.001
Upper limb motricity	0.730	<0.001

Non significant effects:

Tactile sensitivity

Age

Side affected

Cerebral lesion territory

Delay since CVA

Delay since end of PT

Conclusions

Evaluation des déficiences du MS

- Les méthodes sont assez sensibles pour quantifier objectivement la force de préhension, la sensibilité, la dextérité manuelle, ...
- Etude sur les hémiplésiques chroniques: diminution de la force et de la dextérité (y compris main "saine")

Conclusions

Evaluation de l'habileté manuelle

- Prudence avec les questionnaires (calcul et interprétation). Le modèle de Rasch permet de linéariser les scores observés et de vérifier l'unidimensionnalité
- Etude sur les hémiplésiques chroniques: mise au point du questionnaire ABILHAND qui mesure l'habileté manuelle indépendamment de facteurs tels que l'âge, le sexe, la latéralité, ...

Conclusions

Relation entre la déficience et l'habileté manuelle

- Etude sur les hémiplésiques chroniques:
 - 1) La cumulation de plusieurs déficiences augmente les difficultés qu'éprouve un patient à réaliser des AVJ
 - 2) Il existe une relation entre certaines déficiences et l'habileté manuelle; relation qui reste néanmoins faible.

**L'évaluation de l'habileté manuelle chez
l'enfant Infirmes Moteur Cérébral.**

**Comparaison entre la perception des enfants et
celle des parents.**

Construction du questionnaire

- Définir la variable
- Définir les items

Définition de la variable

L'habileté manuelle est l'(in)capacité d'une personne à utiliser ses membres supérieurs dans les activités de la vie quotidienne.

Elle se réfère aux **limitations d'activités**, *i.e.* les difficultés qu'un individu peut éprouver à communiquer avec son environnement immédiat.

Sélection des items

120 items



27 experts

08 médecins

11 kinésithérapeutes

07 ergothérapeutes

01 éducateur



74 items

Echantillon

113 enfants IMC

- **Age:** 10 (6-15) ans
- **Sexe:** 67 garçons et 46 filles
- **Milieu scolaire:** 47 ordinaire, 66 spécialisé
- **Classification topographique:** 35 quadri., 24 di., 54 hémi.

Questionnaire

ABILHAND-Kids

Impossible / Difficile / Facile
0 / 1 / 2

- Se laver les mains
- Lancer un ballon
- Tartiner une tranche de pain avec du beurre
- Tourner les pages d'une BD
- Boutonner une chemise ou un pull
- Ouvrir un paquet de chips
- Couper de la viande

... 74 activités

Protocole expérimental



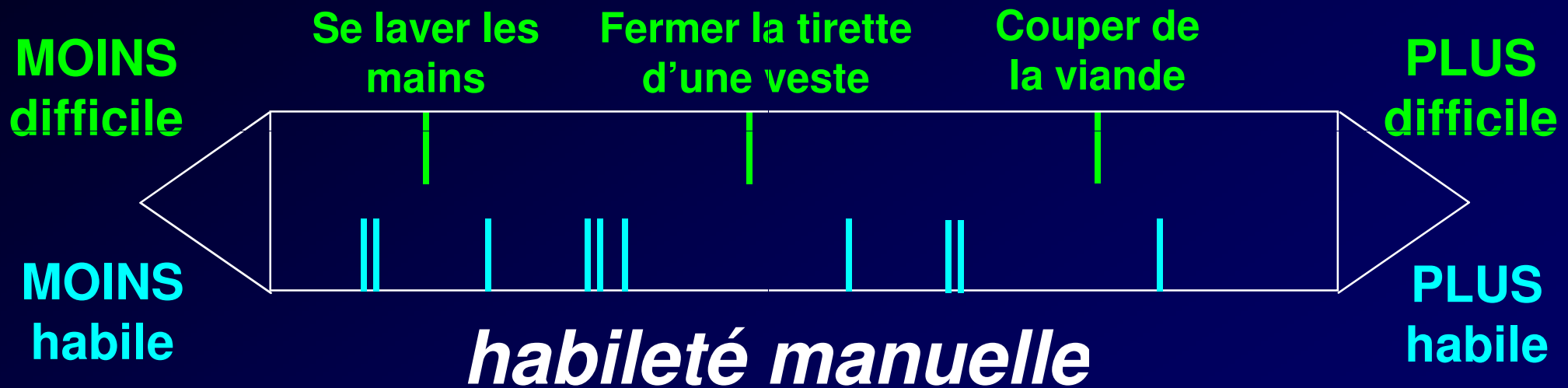
Le modèle de Rasch

Le modèle de Rasch estime :

- la difficulté de chaque item
- l'habileté de chaque patient

à partir de la proportion des réponses aux items

Le processus de mesure



Analyse des résultats

Parents

74 items → 21 items

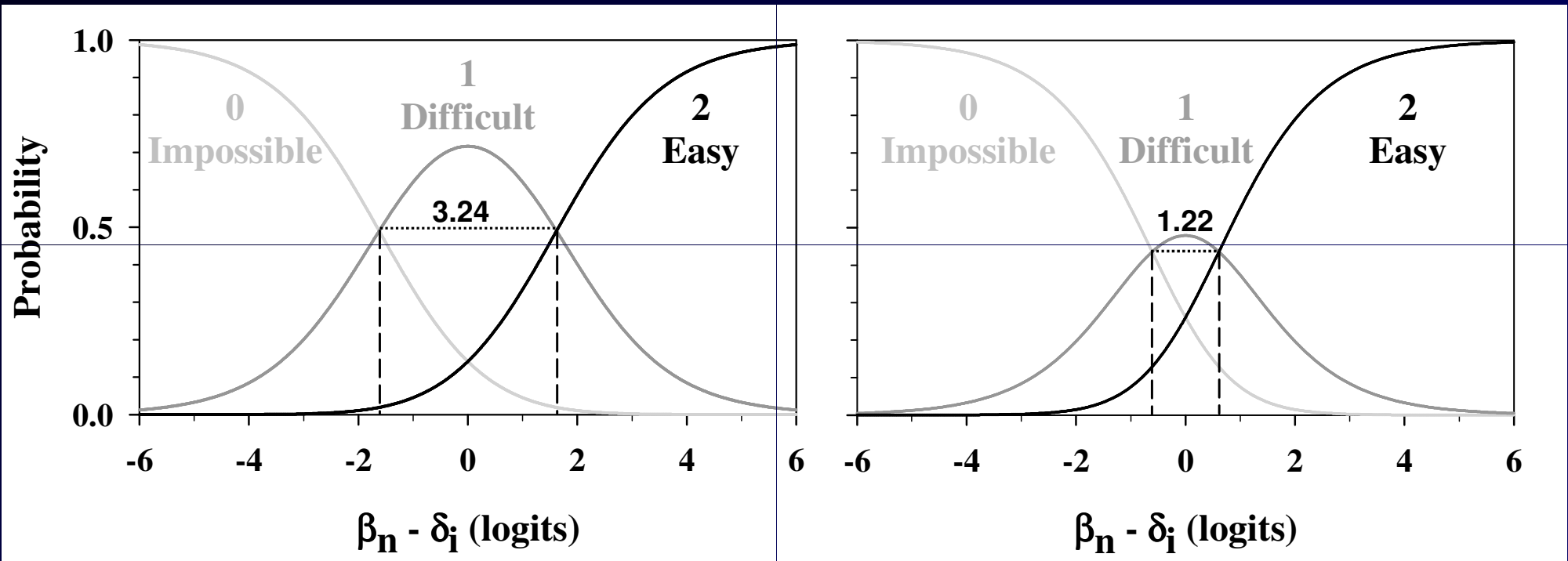
Enfants

74 items → 13 items

Perception de l'habileté manuelle

Parents

Enfants



Impossible

Difficile

Facile

Impossible

Dif.

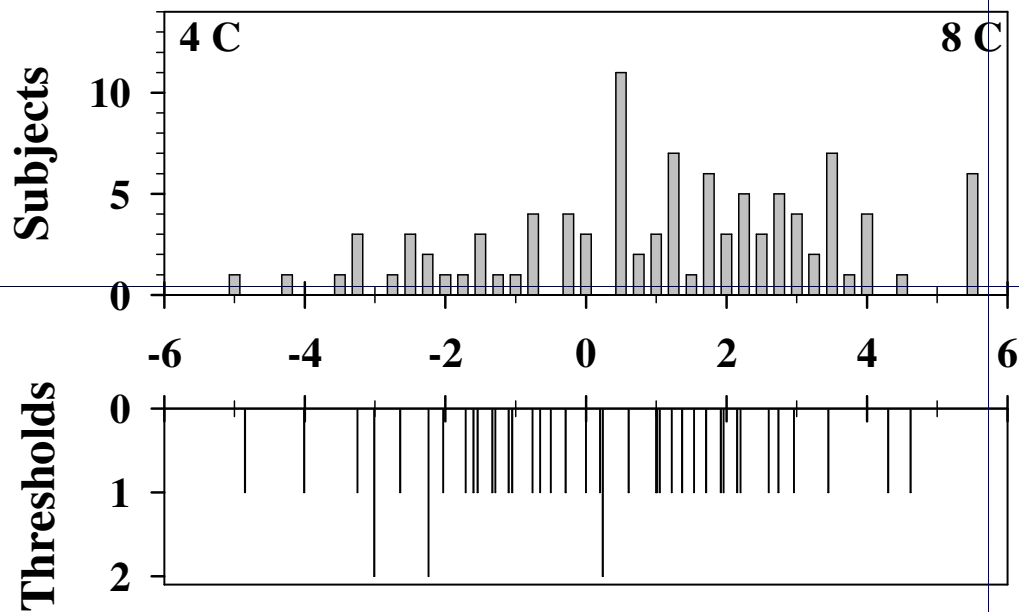
Facile



Les parents ont une perception plus fine de l'habileté manuelle

Fiabilité

Parents

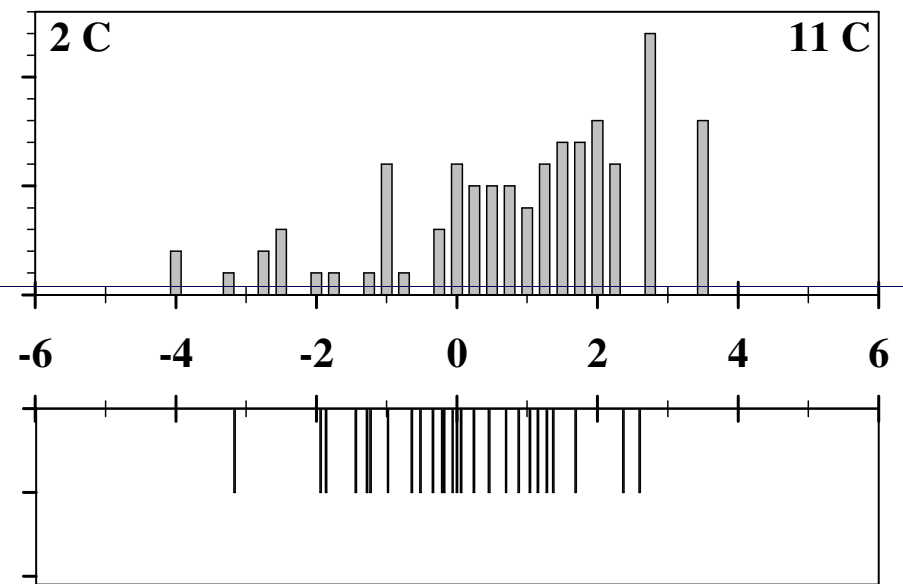


Manual ability as perceived
by the parents (logits)

Etendue: 10.38 logits ($e^{10.38/1} = 32209$)

Fiabilité: **0.794** **moins + précise >**

Enfants

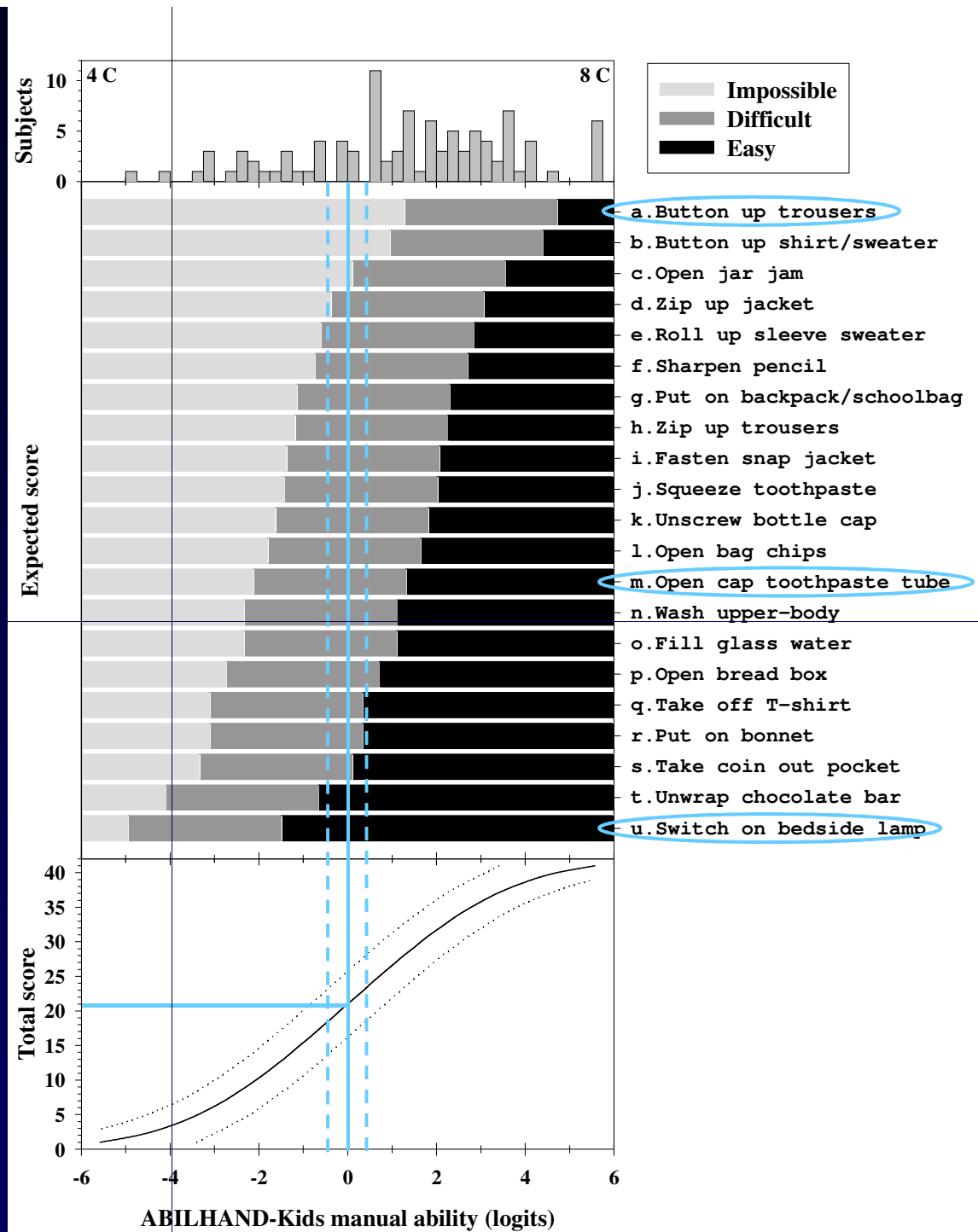


Manual ability as perceived
by the children (logits)

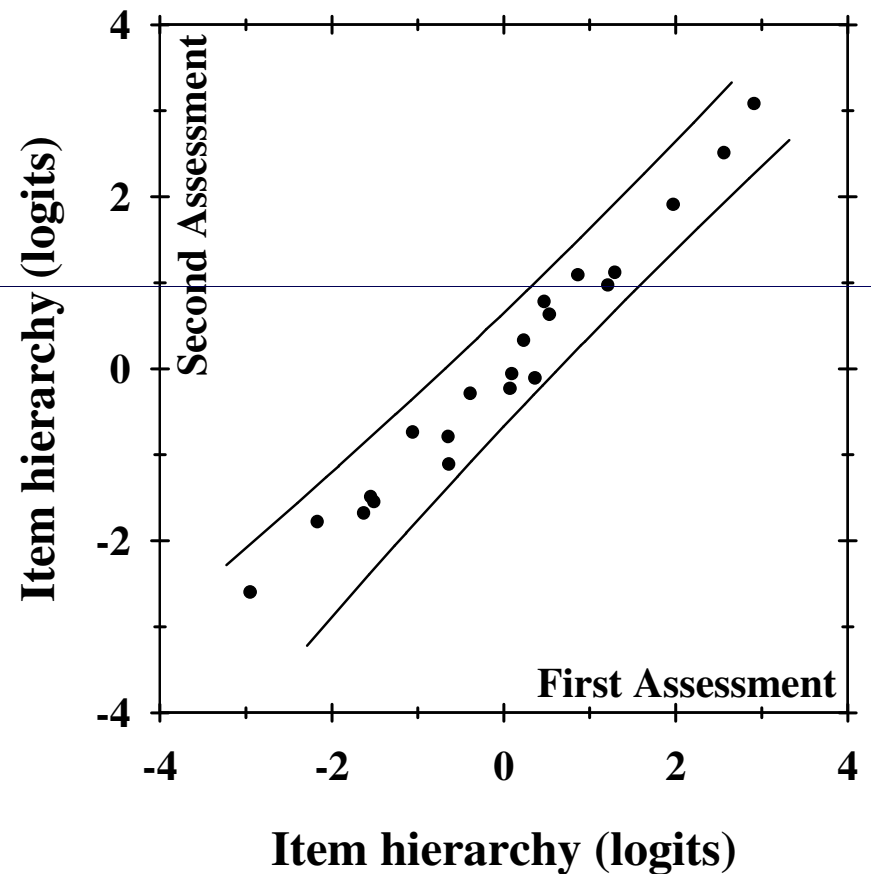
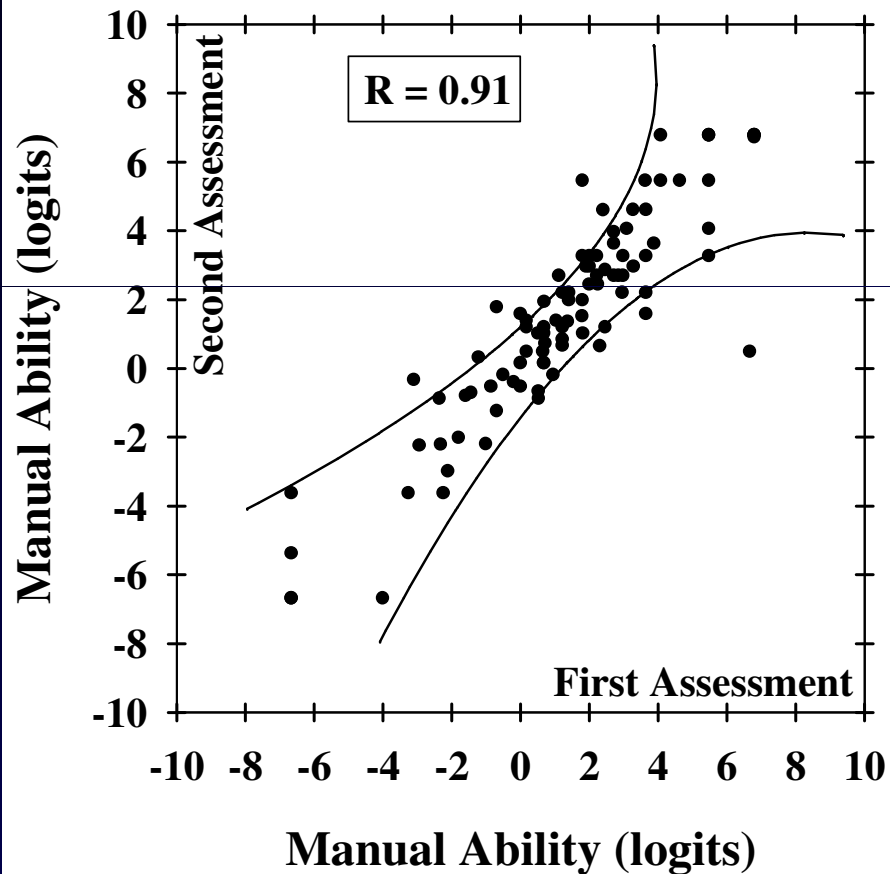
7.54 logits ($e^{7.54/1} = 1882$)

0.87

ABILHAND Kids



Reproductibilité (Délai : 25 ± 13 jours)



Conclusions

Comparaison de la perception des enfants et des parents

- Les parents discriminent mieux l'habileté manuelle de leurs enfants que les enfants eux-mêmes.
- L'échelle des parents mesure une plage d'habileté manuelle plus étendue que celle des enfants.
- Fiabilité de l'échelle des parents est plus élevée que celle des enfants

Conclusions

ABILHAND-Kids

- Seule échelle développée spécifiquement pour mesurer l'habileté manuelle chez les enfants IMC.
- Bonnes qualités psychométriques
 - ✓ Fiable
 - ✓ Valide
 - ✓ Reproductible
- Facile à utiliser; le temps d'administration est court.

Conclusions

ABILHAND-Kids

- Seule échelle développée spécifiquement pour mesurer l'habileté manuelle chez les enfants IMC.
- Bonnes qualités psychométriques
 - ✓ Fiable
 - ✓ Valide
 - ✓ Reproductible
- Facile à utiliser; le temps d'administration est court.

Déclinaisons du modèle

ABILHAND Original : stroke, rhumato, systemic sclerosis

ABILHAND-Kids : CP chez les enfants

ActivLIM

ABILLOCO

ABILLOCO-Kids

QoL...

<http://www.rehab-scales.org/>

Administrieren des Fragebogens

ABILHAND - Manual Ability Measure English version

Patient _____ Date _____

How DIFFICULT are the following activities?	Impossible	Difficult	Easy	?
1. Pulling up the zipper of trousers		X		
2. Peeling onions	X			
3. Sharpening a pencil		X		
4. Taking the cap off a bottle		X		
5. Filing one's nails				X
6. Peeling potatoes with a knife		X		
7. Buttoning up trousers	X			
8. Opening a screw-topped jar		X		
9. Cutting one's nails				X
10. Tearing open a pack of chips			X	
11. Unwrapping a chocolate bar			X	
12. Hammering a nail	X			
13. Spreading butter on a slice of bread		X		
14. Washing one's hands			X	
15. Buttoning up a shirt		X		
16. Threading a needle	X			
17. Cutting meat	X			
18. Wrapping up gifts				X
19. Fastening the zipper of a jacket		X		
20. Fastening a snap (jacket, bag, ...)			X	
21. Shelling hazel nuts				X
22. Opening mail				X
23. Squeezing toothpaste on a toothbrush			X	

- **interview** basis.

- Patient is asked to estimate the **ease or difficulty** of performing each activity when the activities are done without help, irrespective of the limb(s) the patient actually uses and whatever the strategies used to perform the activity (no activity performed).

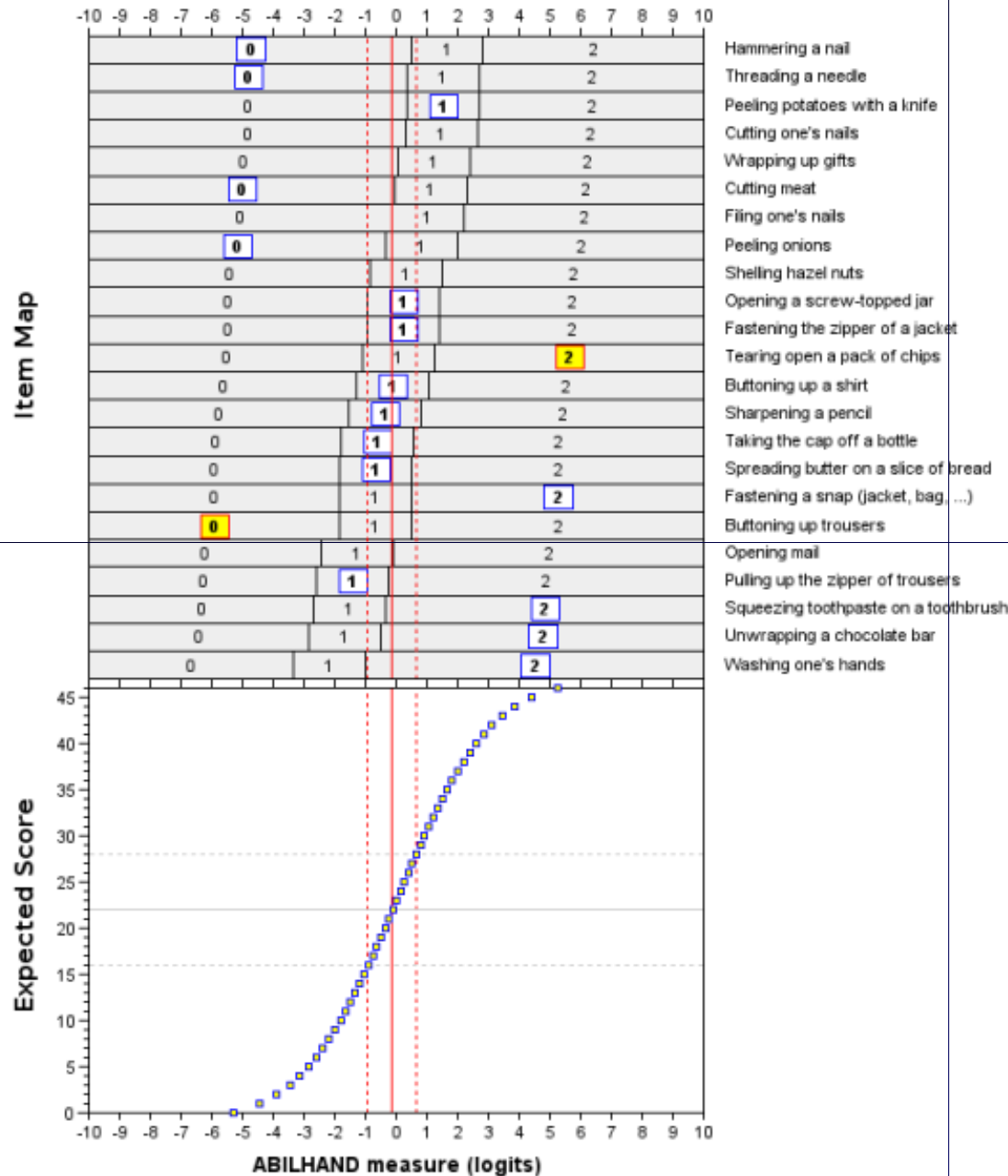
- **Random order** to avoid any systematic effect. 10 different random orders of presentation are used.

- During the evaluation, the 3-level response scale is presented to the patient. The patient is asked to **rate his/her perception** on the response scale as "Impossible", "Difficult" or "Easy".

- The activities **not attempted within the last 3 months** are not scored and are entered as not applicable (check the question mark "?" on the scoring sheet).

- The activities that the patient does not perform because they are **too difficult** must be scored as "Impossible".

ABILHAND evaluation report - rehab-scales.org



Analyser

Item scores:

- ◆ 0 = Impossible
- ◆ 1 = Difficult
- ◆ 2 = Easy

Patient evaluation results:

- ◆ Patient score: 18 (18 items scored out of 23)
- ◆ Missing responses: 5
- ◆ Patient measure: -0.155 logits
- ◆ Standard Error: 0.405 logits

This evaluation report has been established according to:

- ◆ Test: ABILHAND, version 1.0
- ◆ Calibration: Chronic stroke patients, version 1.0
- ◆ Language: English
- ◆ Order: 1

Analyser

- The patient's **manual ability** (vertical red line) + 95% CI (dotted red lines) are located on the manual ability scale (abscissa), expressed in logits.
- **Scale centred** on the average item difficulty (0 logit).
- The **item map** lists the items from top to bottom in decreasing difficulty order. The item map shows the most probable score (0 = "Impossible", 1 = "Difficult" or 2 = "Easy") to each item as a function of the patient's manual ability and the difficulty of the item.

Note: "Hammering a nail" is the most difficult item as it requires the highest ability to be succeeded easily; "Washing one's hands" is the easiest. Note also that the most probable score for any given item increases with the patient's manual ability. The item map can be used for treatment planning and follow-up as it shows the item(s) that should be recovered first during the rehabilitation process (obviously, the easier ones).

Analyser

- The **sigmoid curve** : relates the total score on the questionnaire to the manual ability measure.

Note: the score always increases with the manual ability, although, given the shape of the curve, the increase is not linear. Therefore changes of manual ability must be interpreted in linear logit units rather than in raw scores.

The **patient's response** to each item is circled (missing responses not shown).

Note: In this particular case, the patient can still recover performance in most of the difficult items down to "Pulling up the zipper of trousers". The patient should first recover easier activities like "Pulling up the zipper of trousers" up to more difficult activities like "Hammering a nail".

Analyser

- For any particular item, the range overlapping the 95% confidence interval indicates the **most probable score(s)** given the overall manual ability measure.

Note: in the example, most scores fit with the overall manual ability measure of the patient indicating the patient scores are coherent across items.

Exceptions:

The item "Buttoning up trousers" is scored as "Impossible" while it is expected to be easier, given the overall manual ability measure.

The item "Tearing open a pack of chips" is scored as "Easy" while it is expected to be more difficult, given the overall manual ability measure.

Advantage: These unexpected scores may help diagnose an atypical behaviour of the patient.

- The evaluation report includes the **numeric values for the patient's manual ability measure on the scale and the standard error of measurement** (in logits). Keep those in your records to measure the patient recovery at a future occasion.

La préhension et le membre supérieur: aspects cliniques

3. Rappel de la dynamique de la préhension et extensions