

Personnes amputées du membre supérieur

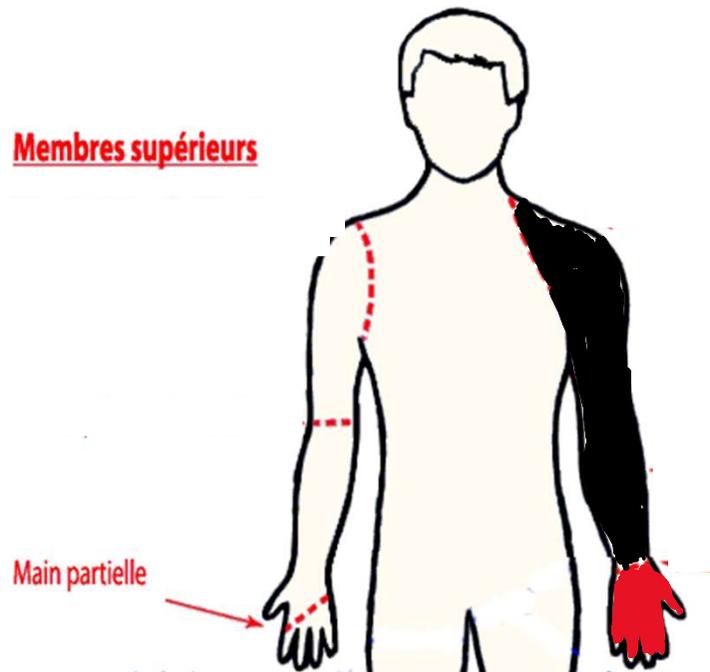
Dr A. Touillet, Dr I. Loiret, Dr P. HERBE, Pr J. Paysant

DES MPR / DIU Rééducation Nancy – 25/01/24



Épidémiologie

21% de toutes les amputations de membre concernent le MS (PMSI 2022)



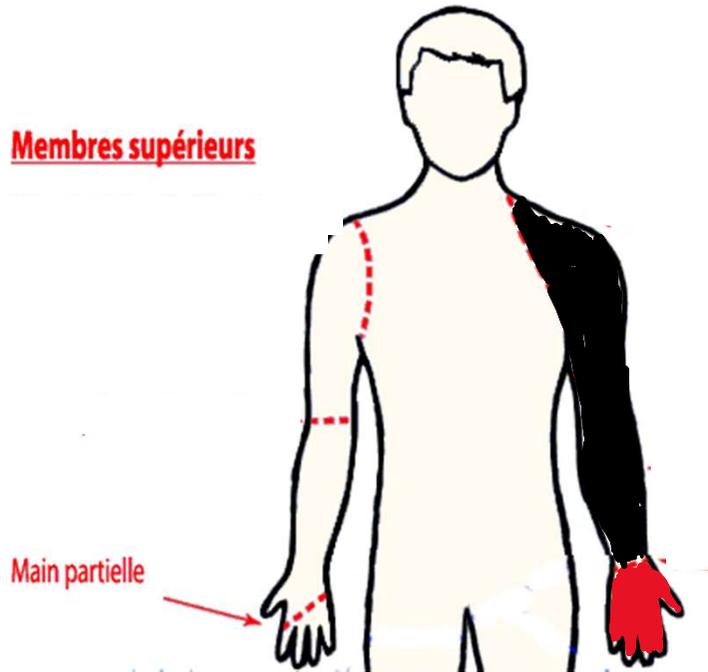
partielle de main : 20%

Épidémiologie

21% de toutes les amputations de membre concernent le MS (PMSI 2022)

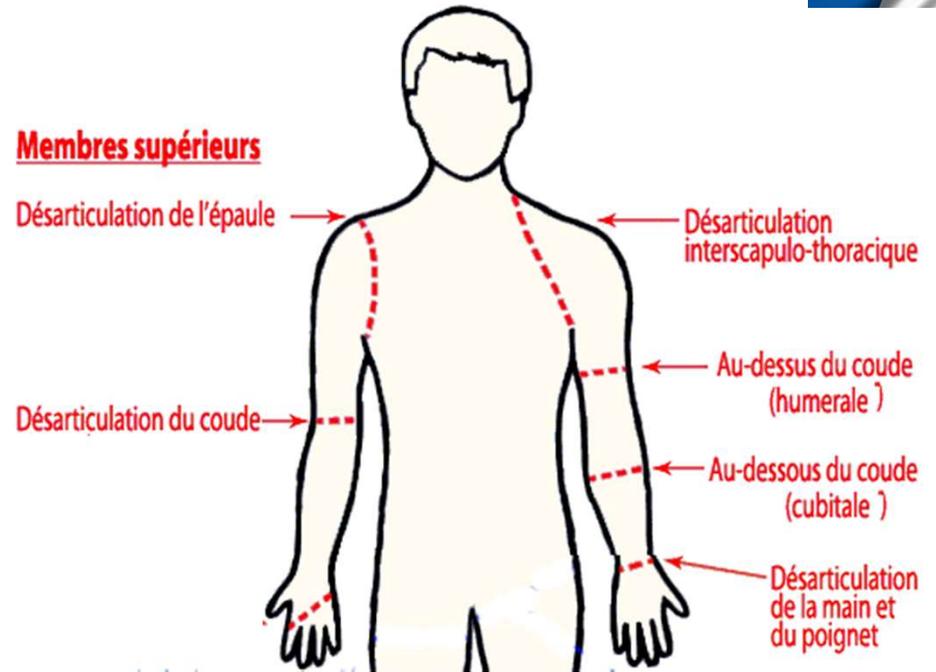


Membres supérieurs



partielle de main : 20%

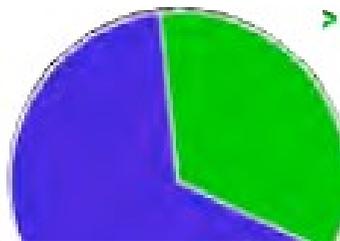
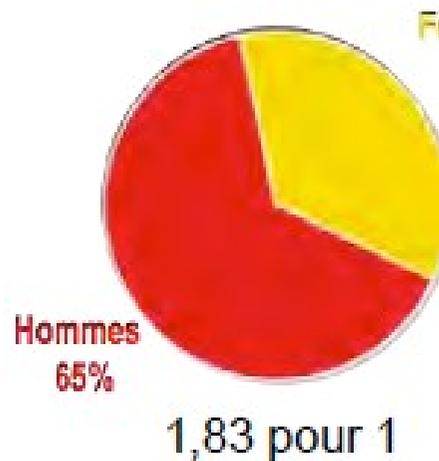
Membres supérieurs



amputations majeures : 1%

Épidémiologie

(2004/2005 - GB - Nasdab)



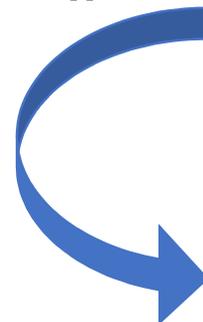
Homme > femme

Jeune : 66% de moins de 54 ans

Actif : travail, loisirs

Etiologie principale : traumatique

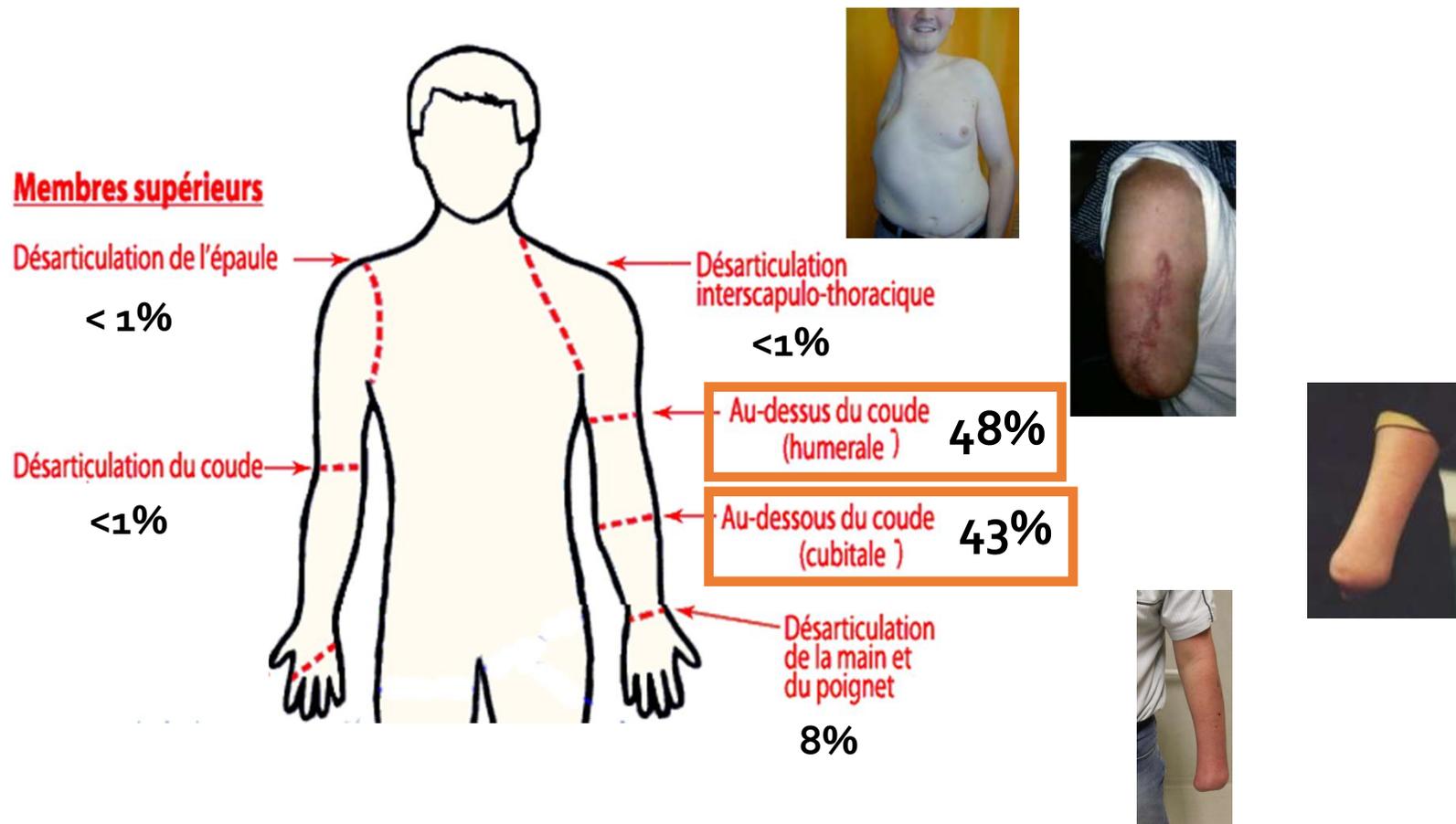
+/- 147 nouveaux cas en 2022 (PMSI)



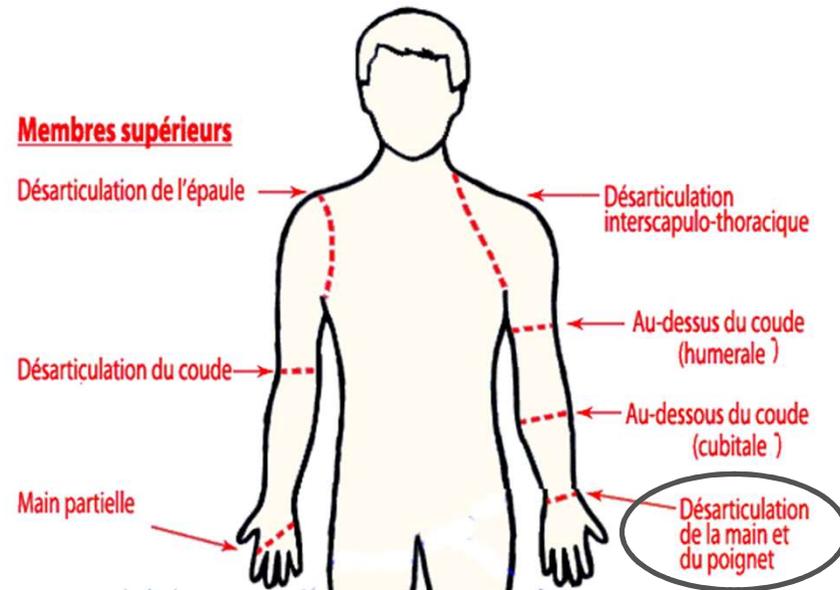
Maladie rare

Épidémiologie

Amputations majeures : 1 % (2022) = **147 nouveaux cas** / 15022 tte amputation



Niveaux : désarticulation de poignet



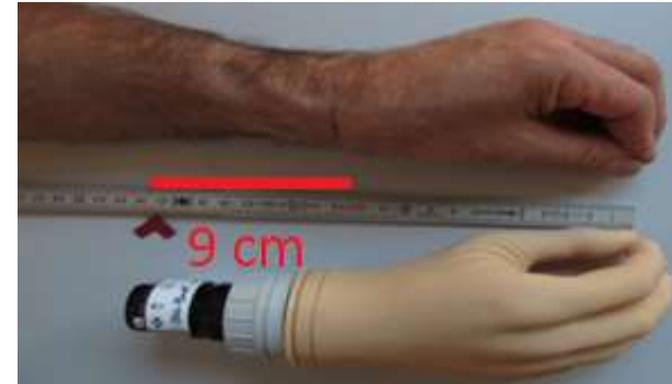
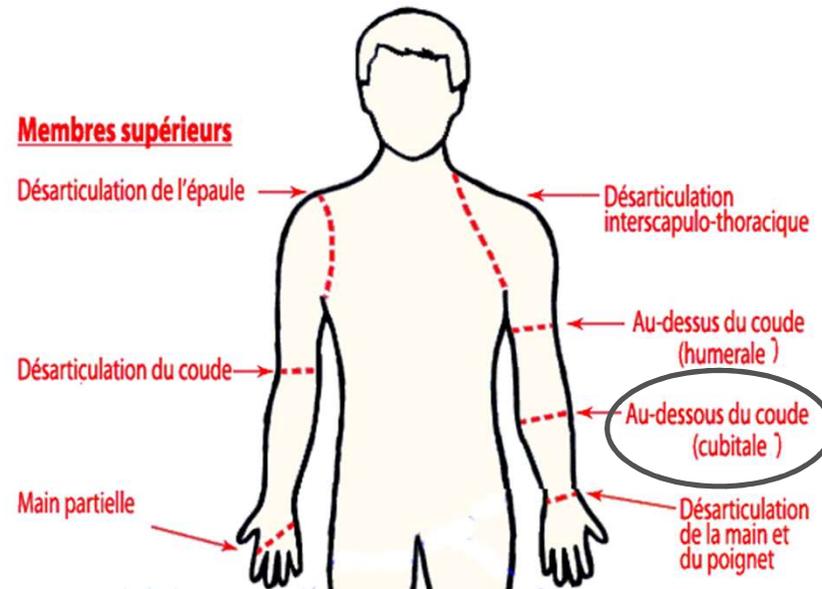
- Accroche sur reliefs osseux styloïdes
- Coude libre
- Pronosupination conservée

Problématique

- Place pour effecteur limitée
→ Longueur de membre sup

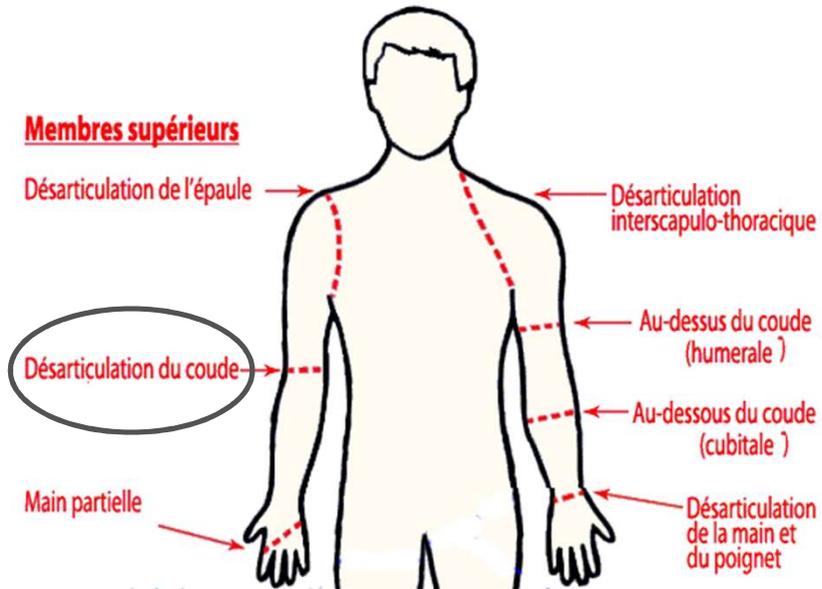


Niveaux : amputation d'avant-bras : trans radiale



- Pronosupination non conservée
- Accroche sur reliefs osseux du coude → ↘ mobilité du coude
- Selon longueur de l'avant bras résiduel
 - +/- Place pour moteur de pronosupination (si long)
 - Points moteurs (si court)
 - Poids : bras de levier (si court)

Niveaux : désarticulation du coude



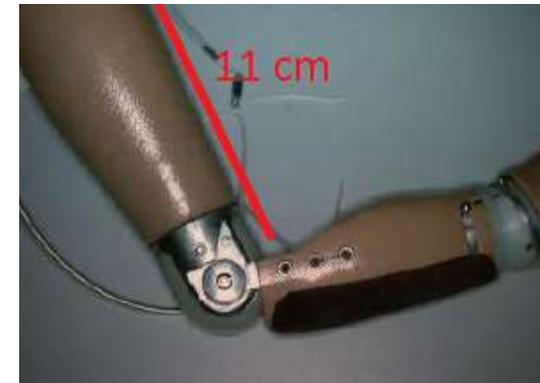
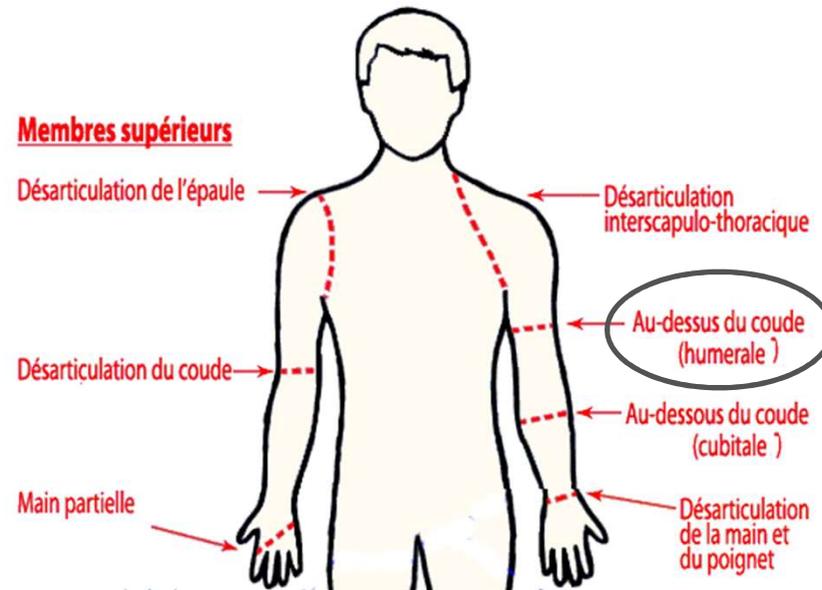
- Peu fréquent

- Accroche sur reliefs osseux de l'humérus
- Épaule libre

Problématiques

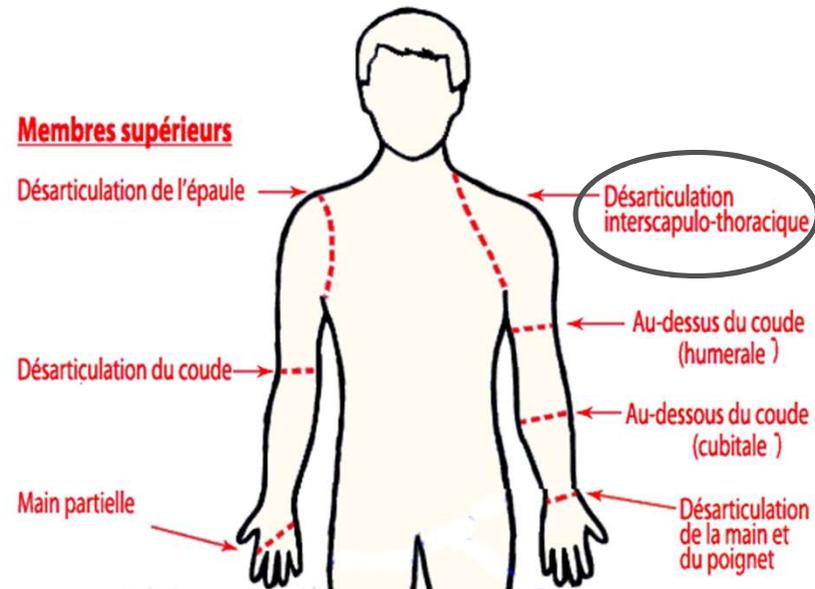
- Articulation de coude latérale
- Pas de rotation humérale

Niveaux : amputation de bras : trans humérale



- Accroche sur reliefs osseux de l'épaule → ∩ mobilité de l'épaule
- Selon longueur du bras résiduel
 - +/- Place pour coude prothétique (si long)
 - +/- Stabilité de la tête humérale (Grand Dorsal /Grand Pectoral)
 - Points moteurs (si court)
 - Poids : bras de levier (si court)

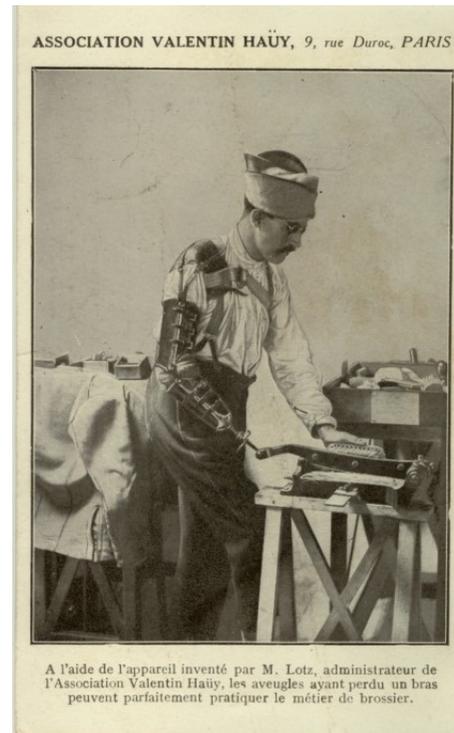
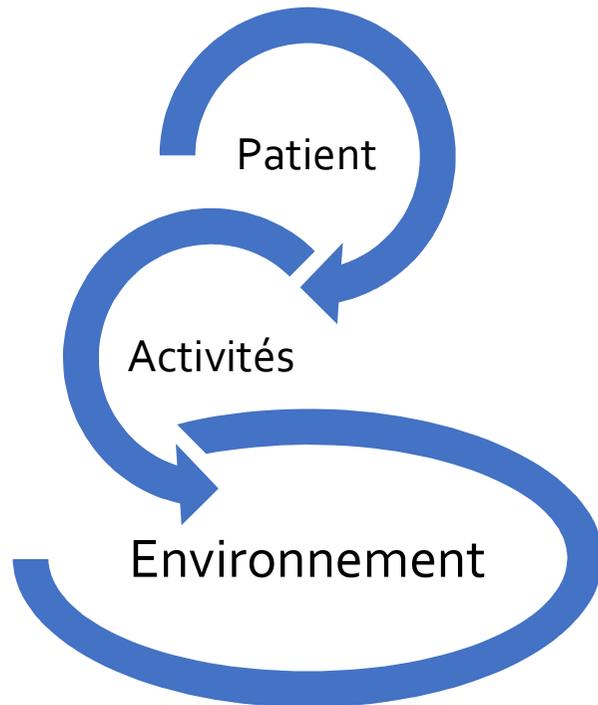
Niveaux : désarticulation de l'épaule



- Accroche complexe
 - Points moteurs limités
 - Poids de la prothèse ++
- Prothèse peu fonctionnelle

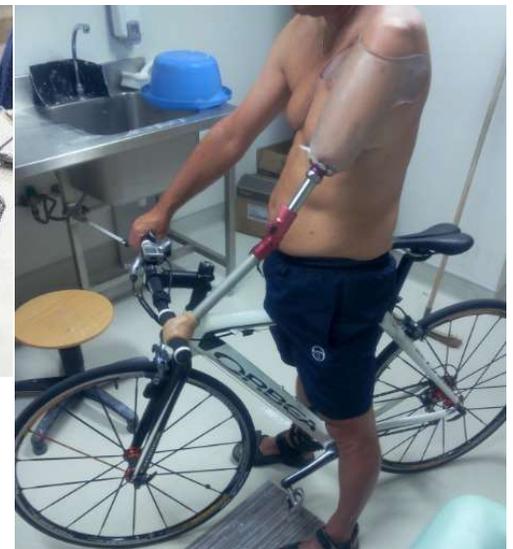
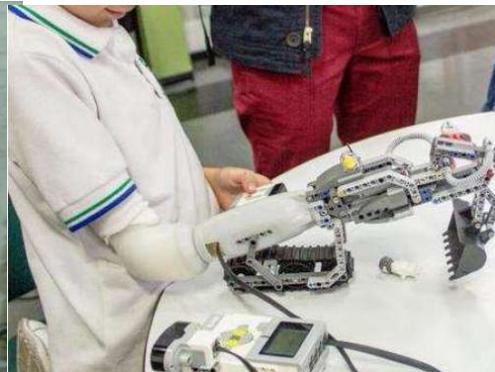


Moyens de compensations



Choix des moyens de compensations → Pas que la (ou les) prothèse (s)

Moyens de compensations

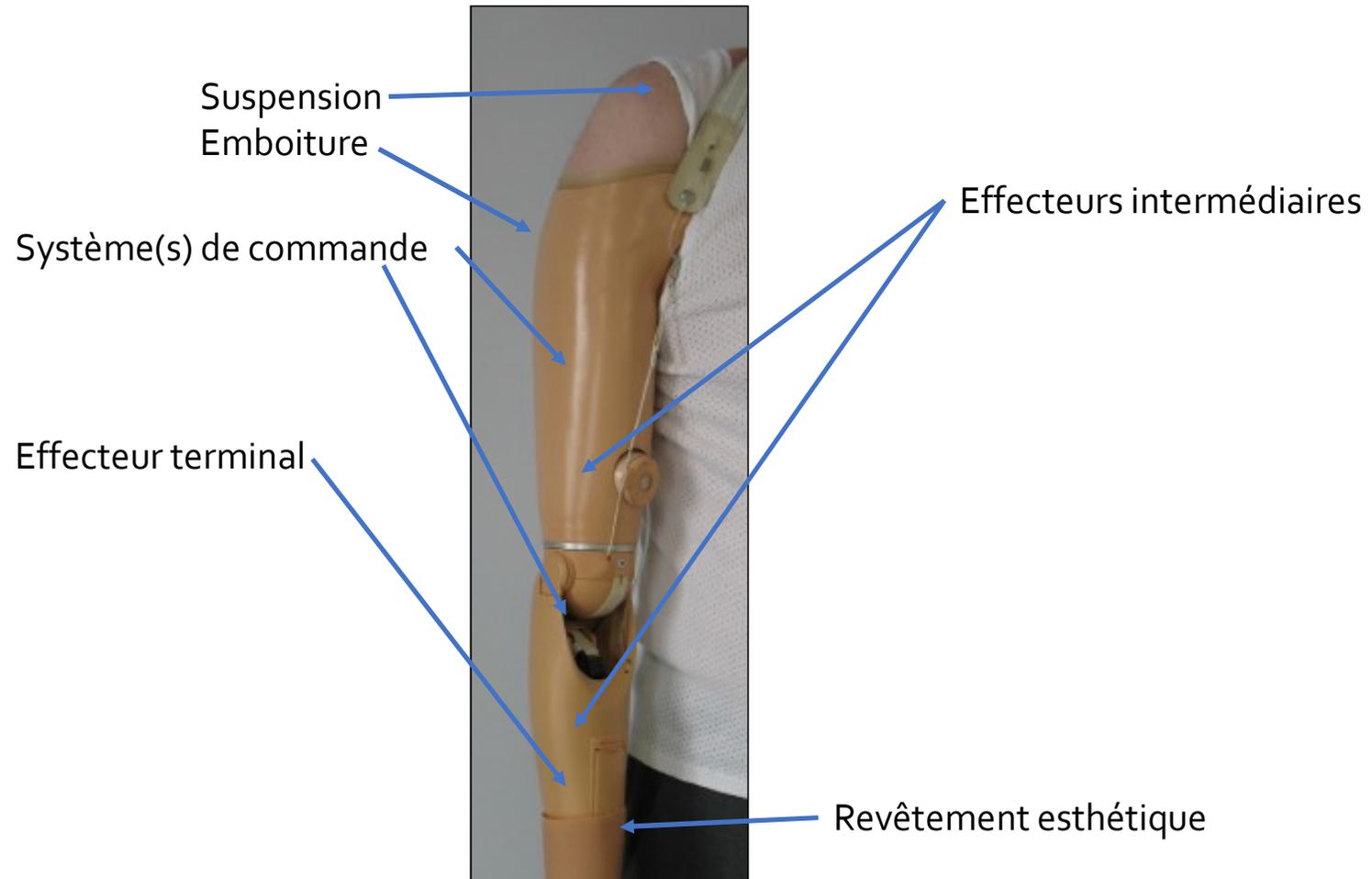


- Prothèse une solution parmi d'autres !
- Plusieurs prothèses possibles selon utilisation et selon moments de la vie

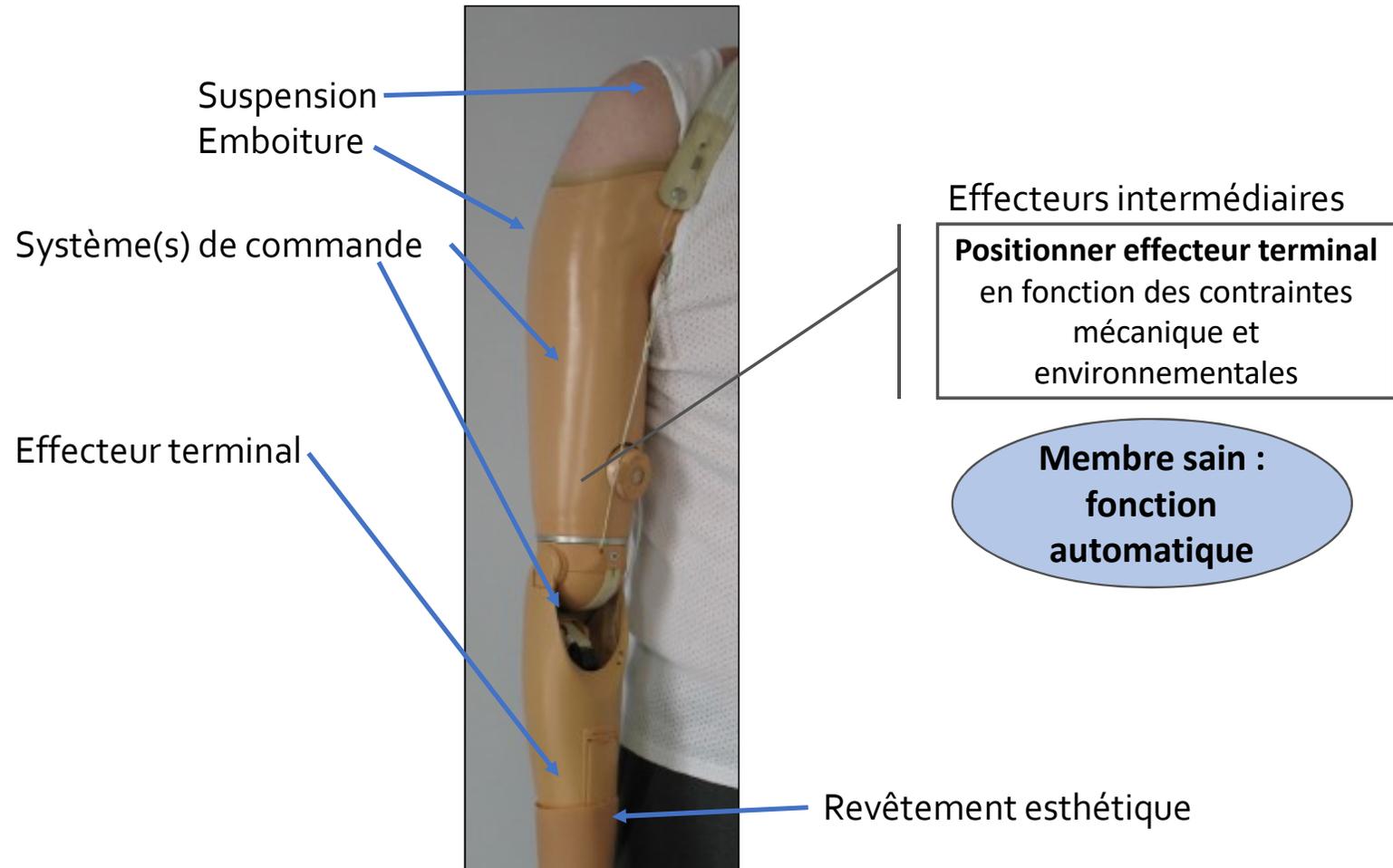


Projet de vie / projet d'appareillage évolutifs

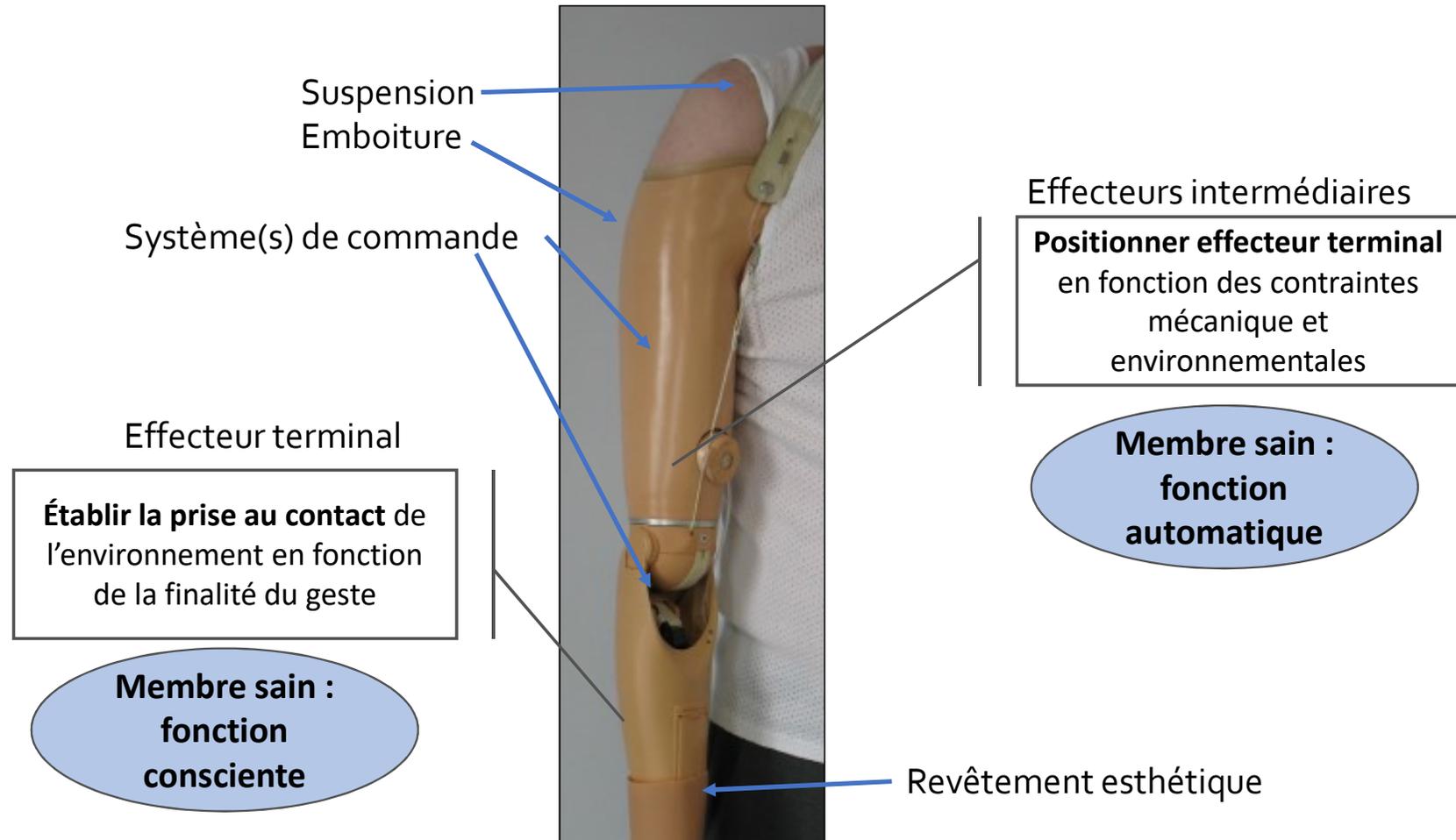
Prothèse de MS : composants



Prothèse de MS : composants



Prothèse de MS : composants



Prothèse de MS : suspension/emboiture



- Mécanique sur relief osseux +/- valve
- Sanglage
- Manchon avec attache distale (myo -)
- Gaine de suspension(myo difficile)
- Vide d'air (rare)

- Enfile chausse prothèse ou jersey

Utilisation en décharge

Revêtement esthétique prothèse de MS

- Absence de recouvrement aspect carbone
- Recouvrement avec teinte
 - homogène de série (LPP : liste des produits et prestations)
 - naturelle de série
 - personnalisée
 - Et ongles personnalisés
- Recouvrement personnalisé : carbone, aspect robotique...



Prothèse de MS – Effecteurs intermédiaires

Coude



Poignet



Différents types selon le mode de commande

Prothèse de MS – Effecteurs terminaux

Non morphologiques



Morphologiques



Différents types selon le mode de commande

Prothèse de MS – Mode de commande



Inerte : pas de commande

- Prothèse outil
- Prothèse esthétique



Prothèse de MS inerte

Prothèse esthétique



- Légère
- Peu contraignante
- Rôle social
- Main presse

Prothèse de MS : mode de commande



Inerte



Passive

- Mobilisation par le membre controlatéral
- Blocage débloccage par le membre controlatéral



362 | Triggering the ratchet mechanism with the sound hand

Prothèse de MS : mode de commande



Inerte

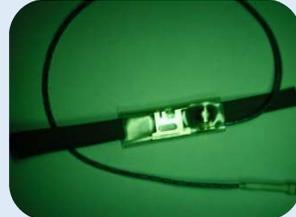


Passive



Active

- Mécanique
- Électrique
- Myoélectrique



Prothèse de MS : mode de commande



Inerte

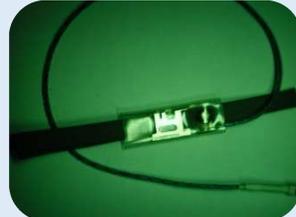


Passive



Active

- Mécanique
- Électrique
- Myoélectrique



L'appellation de la prothèse est en lien avec le mode de commande de l'effecteur distal

Une prothèse myoélectrique de bras comporte une main myoélectrique mais peut avoir un coude ou une P/S mécanique ou passif : **PROTHESE HYBRIDE**

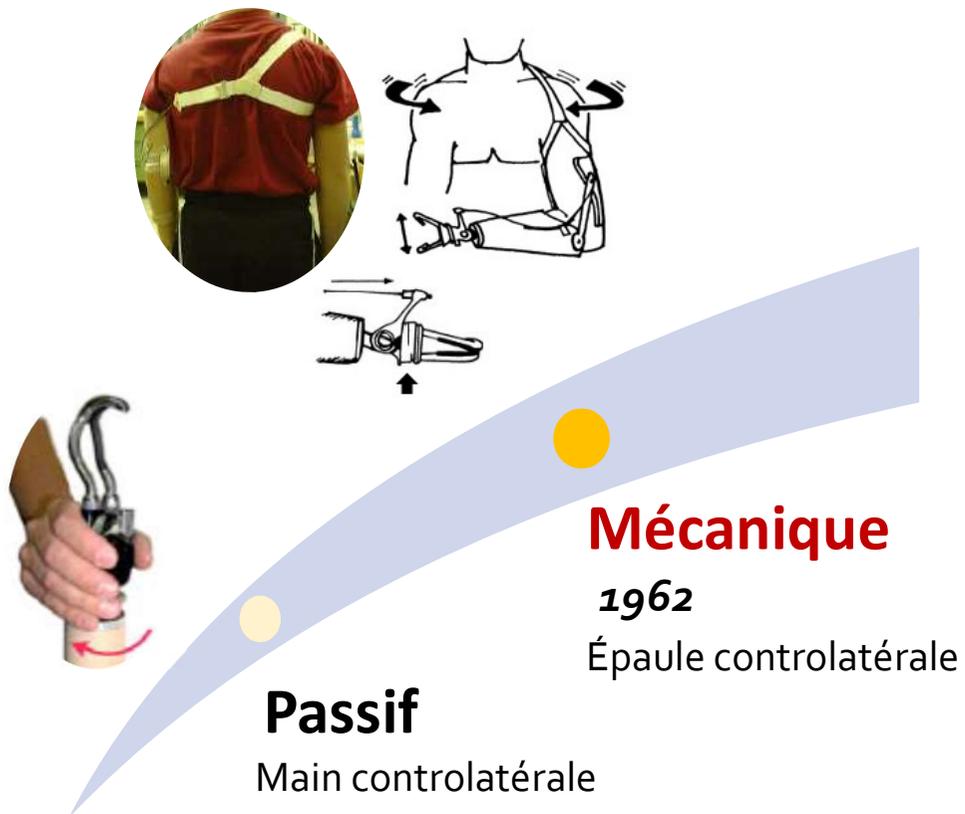
Prothèse de MS fonctionnelle : mode de commande



Passif

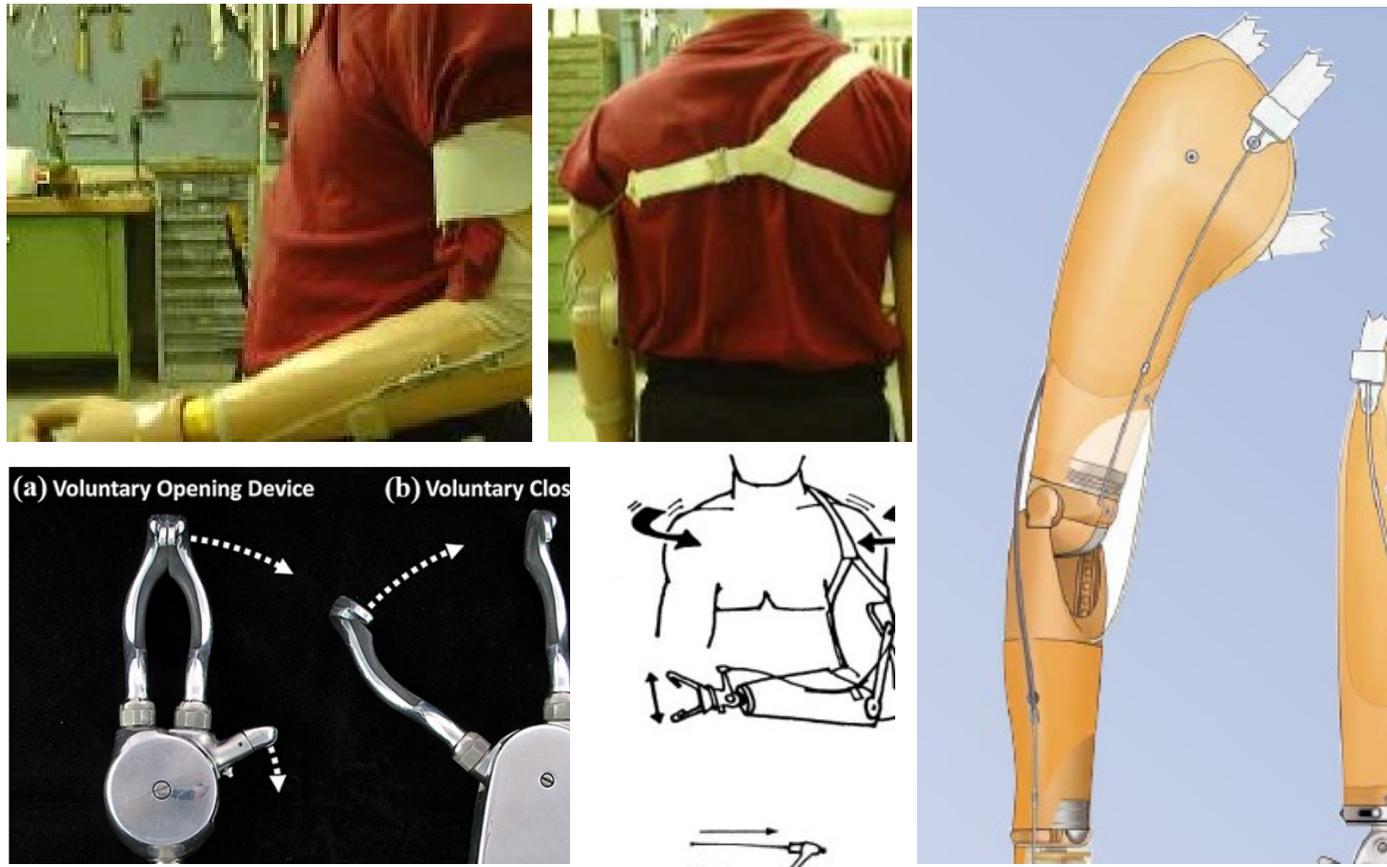
Main controlatérale

Prothèse de MS fonctionnelle : mode de commande



Prothèse de MS mécanique

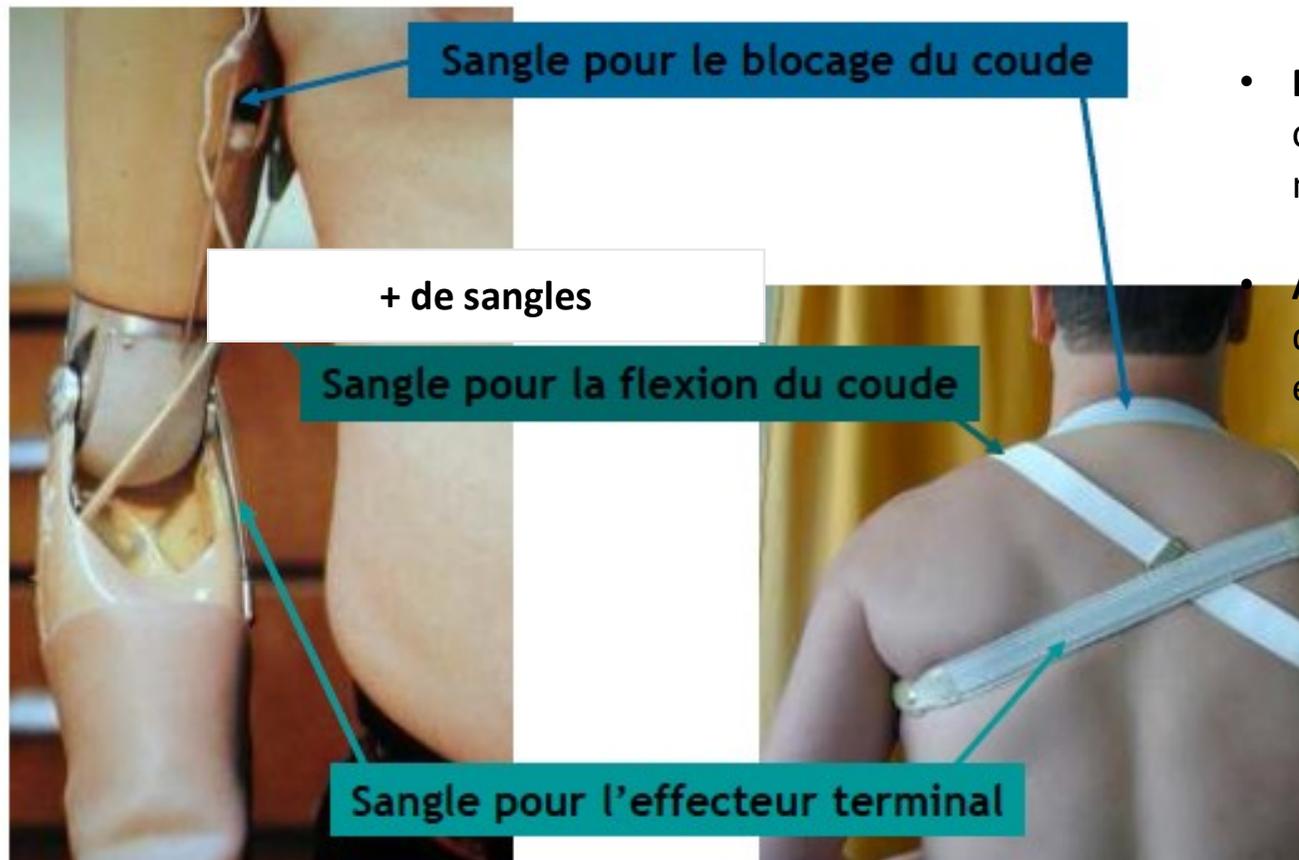
Principes de fonctionnement d'un effecteur terminal mécanique → automoteur à câbles



- **Mouvement antéro-post de l'épaule** → ouverture / fermeture volontaire de la main/pince

Prothèse de MS mécanique

Principes de fonctionnement d'un coude mécanique avec effecteur terminal mécanique



- **Mouvement antéro-post de l'épaule** → ouverture / fermeture volontaire de la main/pince
- **Abaissement épaule** → blocage et déblocage du coude pour flexion extension

Prothèse de MS mécanique

Principes de fonctionnement d'un effecteur terminal mécanique

Avantages

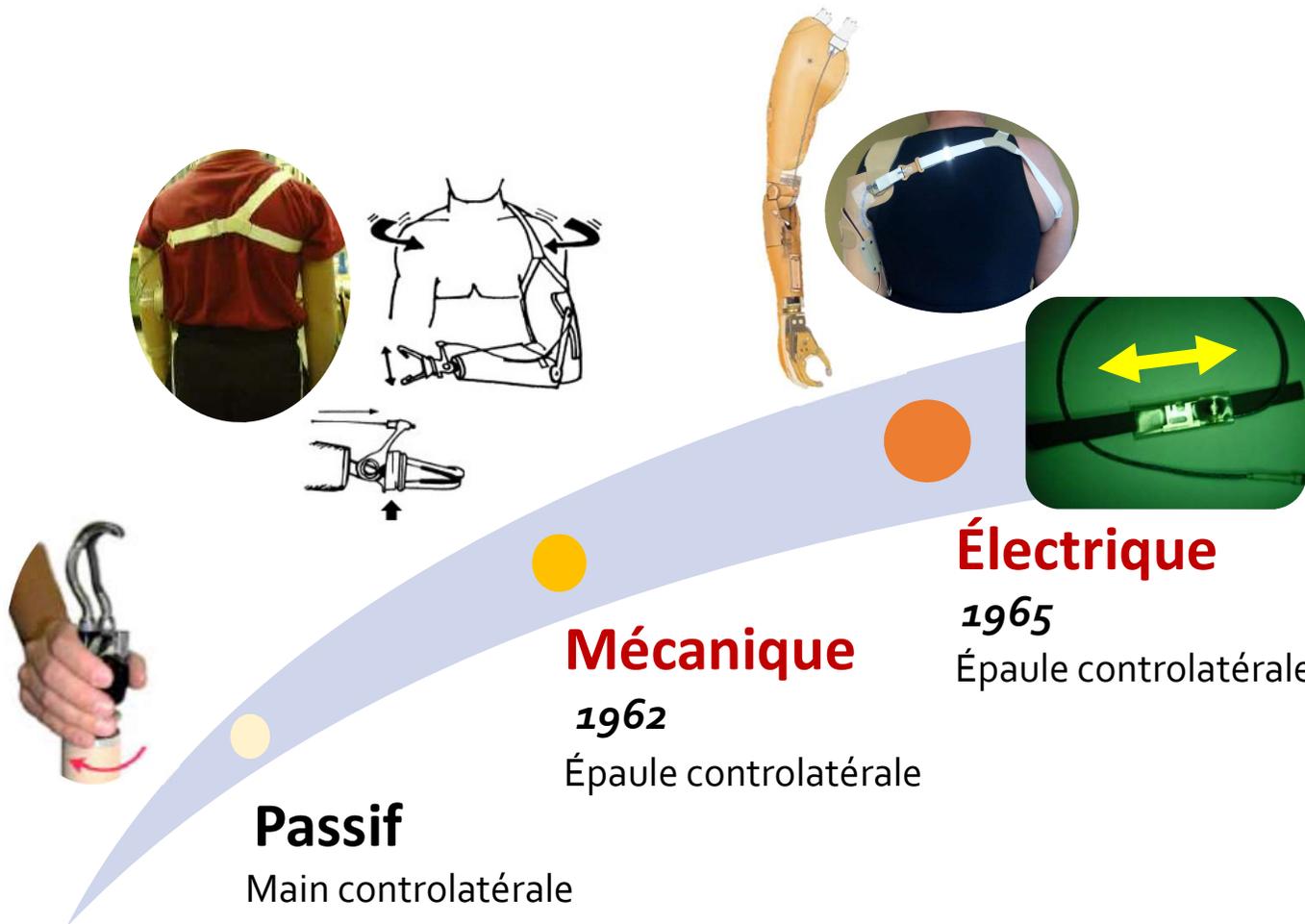
- Solidité (travail manuel, poussière)
- Effecteurs interchangeables
- Transparence de la commande

Inconvénients

- Peu esthétique
- Tolérance sanglage (cervico scapulaire)

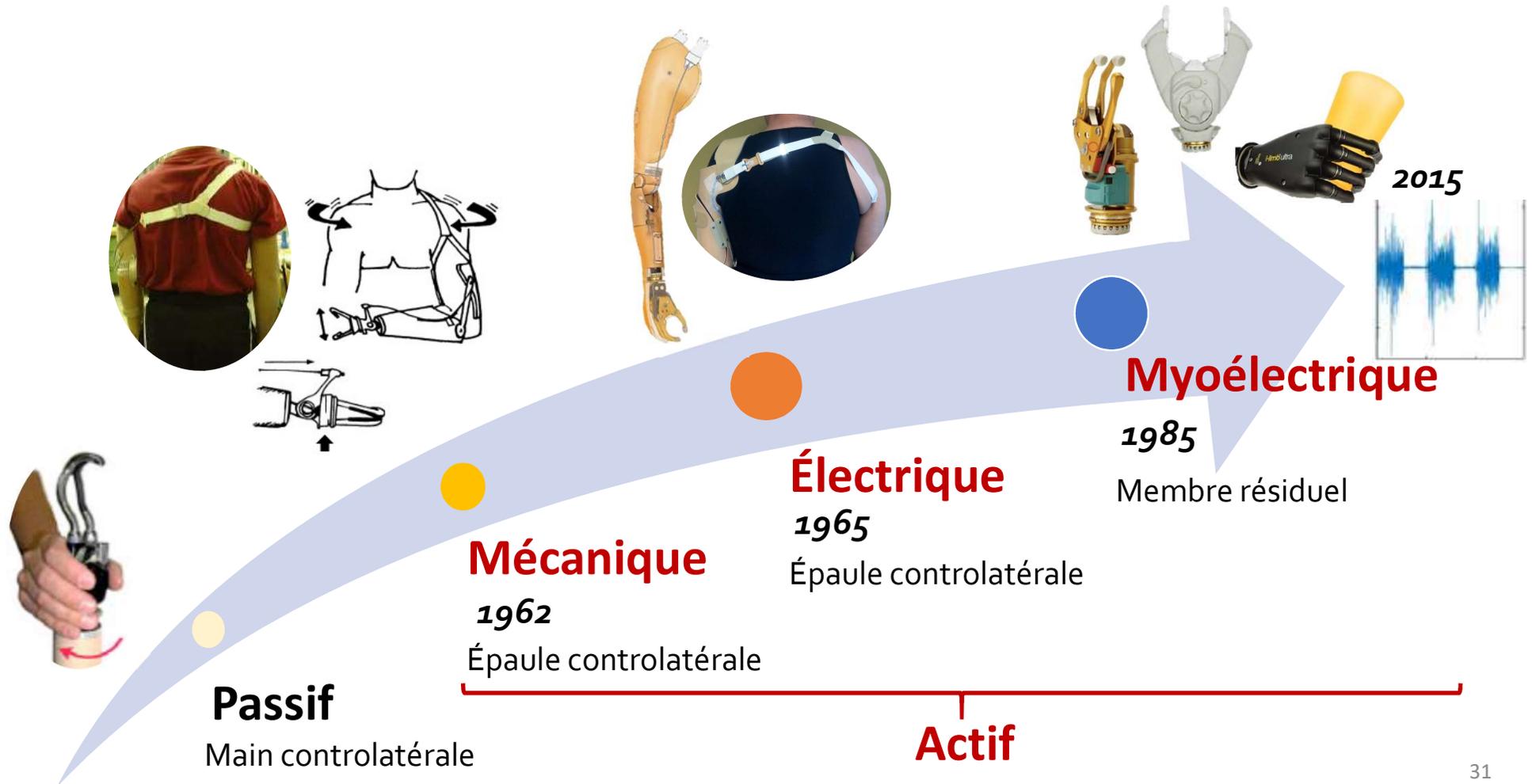


Prothèse de MS fonctionnelle : mode de commande



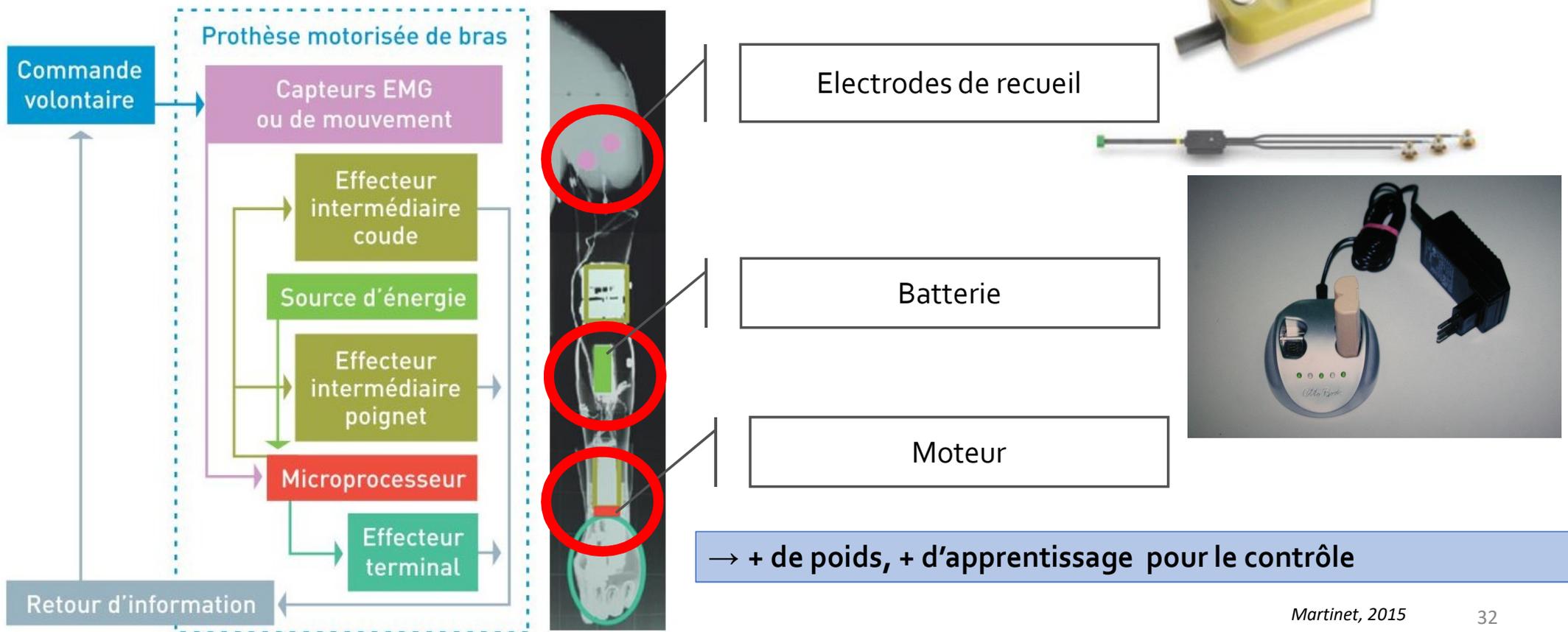
- Transformation d'une traction en signal électrique

Prothèse de MS fonctionnelle : mode de commande



Prothèse de MS myoélectrique

Spécificités dans prothèse myoélectrique ○



→ + de poids, + d'apprentissage pour le contrôle

Prothèse de MS : effecteurs intermédiaires myoélectriques : coude

Coude myoélectrique (plus lourd que les mécaniques (câble))

- Blocage et déblocage électrique mais coude non motorisé

Activité électrique : Co-contraction ou autre

- Débloque le coude
- Bloque le coude après utilisation de la pesanteur pour réaliser flexion ou extension
- Pas de motorisation de la flexion extension du coude



- **12K50** (OB) (LPP)
- Coude Hosmer® (non LPP)

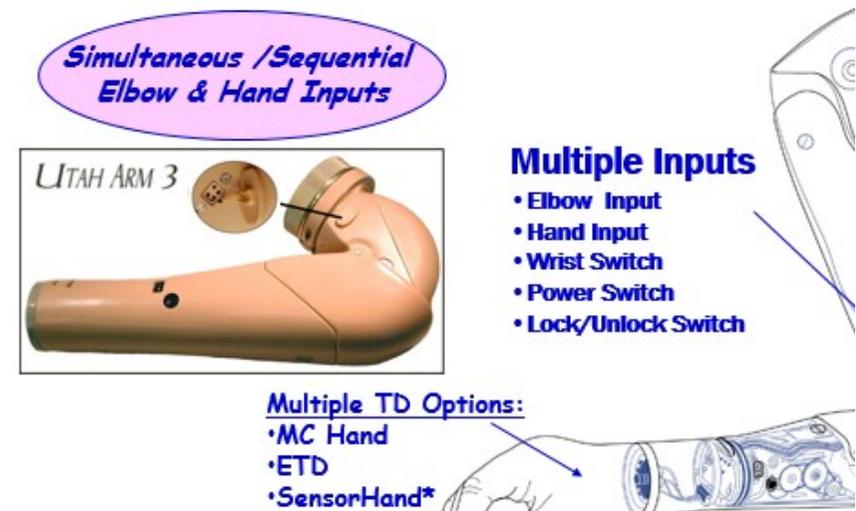
Prothèse de MS : effecteurs intermédiaires myoélectriques : coude

Coudes myoélectriques

- F/E électrique motorisée (aucun LPP)

Activité électrique : Co-contraction ou autre

→ entraîne un mouvement de coude



- UTAH® : coude à microprocesseur
- Coude **Hosmer**®
- Coude **OB**® : **12K100** (Dynamic arm)
- Coude **Boston**® : Elbow II

Port de charge : de 1Kg en déplacement à 23 Kg en position bloquée
Fonction automatique de balancement du bras à la marche

Prothèse de MS : effecteurs intermédiaires : poignet

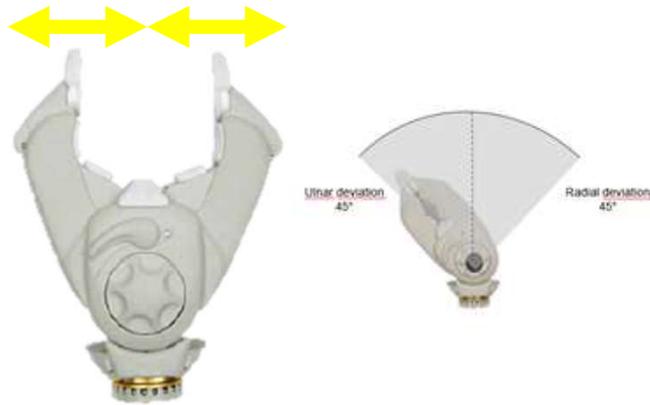
Poignet

- Prono-supination (motorisée ou passive)
 - Encombrement
 - Tourne sur 360°
- Flexion / Extension (non motorisée)
 - Intégrée dans certains effecteurs terminaux myo : fixe +/- flexible
 - Poignet passif
 - 5 positions en F/E de 40° à 40°



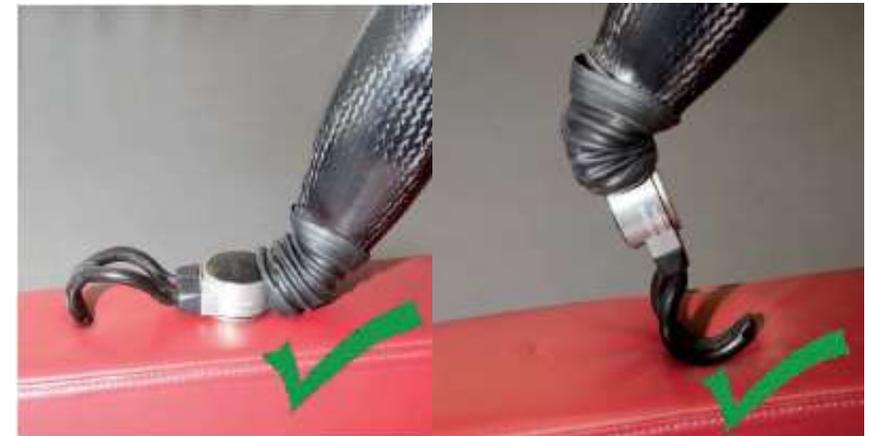
Prothèse de MS : effecteurs terminaux myoélectriques : outils

Outils myoélectriques



Greiffer

- Compatible avec toutes les mains prothétiques sauf Michel Angelo
- Inclinaisons de poignet passives
- 2 pinces mobile
- LPP

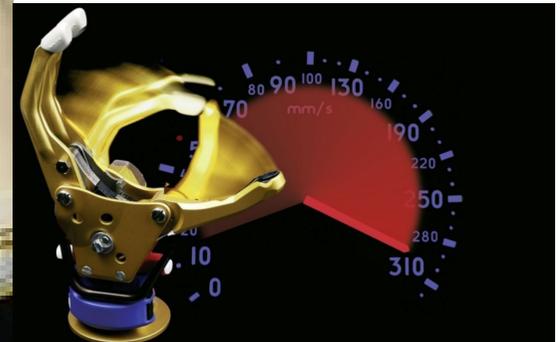


Axon Hook

- Compatible uniquement avec Michel Angelo
- Flexion Extension de poignet non motorisée
- Un point fixe
- LPP

Prothèse de MS : effecteurs terminaux myoélectriques : mains

Mains myoélectriques tri-digitales



μ : OB / * : Motorica

Digital twin μ / Indy*

DMC μ

DMC + μ

Sensor μ

Sensor speed μ

Vari plus speed μ ...

Différences en termes de vitesse, de force +/- fonctions automatiques (position de repos, anti glissement...)

Prothèse de MS : effecteurs terminaux myoélectriques : mains

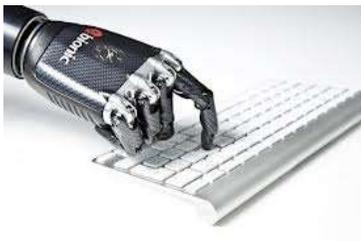
Mains myoélectriques poly-digitales

- 5 doigts (2 à 16 degrés de liberté articulaire contre 23 pour la main saine)
- Pouce mobile, +/- motorisé
- +/- 5 doigts articulés et indépendants +/- motorisés (articulations mobiles ≠)
- +/- poignet mobile (F/E non motorisée)
- +/- aquacompatible (Taska)



Nexus
(covvi)

Différents types de prises possibles



Be bionic
(RL steeper)



Michel Angelo*
(OB)



i limb ultra*
(Ossur)



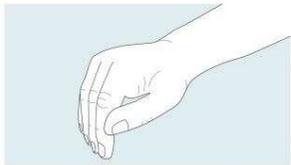
Vincent
(vincent)



Taska
(taska)

Prothèse de MS : effecteurs terminaux myoélectriques : mains

Mains myoélectriques poly-digitales (LPP)



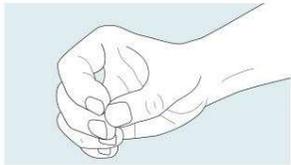
Lateral pinch
Vous pouvez déplacer votre pouce latéralement par rapport à l'index afin de saisir des objets plats.



Lateral power grip
Vous pouvez déplacer votre pouce latéralement par rapport à votre index afin de saisir latéralement des objets de taille moyenne.



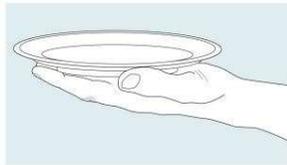
Finger abduction/adduction
L'abduction et l'adduction des doigts vous permet de saisir plusieurs objets plats et fins entre vos doigts.



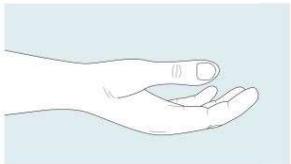
Tripod pinch
Le pouce forme une pince tridigitale avec l'index et le majeur qui vous permet de tenir fermement des objets de petite taille.



Opposition power grip
La largeur d'ouverture vous permet de tenir des objets de grande taille.



Open palm
Lorsque la main est en position ouverte, votre pouce se positionne sur le côté afin d'obtenir une position plate de votre main.



Neutral position
Cette fonction s'active quand vous n'utilisez pas la prothèse. Les doigts, le pouce et le poignet reviennent automatiquement en position repos.



Michel Angelo*
(OB)



I limb ultra*
(Ossur)

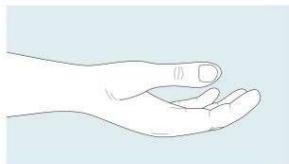
Pincement de précision standard ouvert		Mandrin à 3 mâchoires standard (tripode) ouvert		Rangement du pouce continu	
Pincement de précision du pouce ouvert		Mandrin à 3 mâchoires standard (tripode) fermé		Rangement du pouce rapide	
Pincement de précision standard fermé				Préhension latérale	
Pincement de précision du pouce fermé		Mandrin à 3 mâchoires du pouce (tripode) ouvert		Index pointé	
				Geste personnalisé	
		Mandrin à 3 mâchoires du pouce (tripode) fermé		Préhension personnalisée	

Prothèse de MS : effecteurs terminaux myoélectriques : mains

Mains myoélectriques poly-digitales (LPP)



-Moins de mobilité digitale
-Mobilité de poignet



Neutral position
Cette fonction s'active quand vous n'utilisez pas la prothèse. Les doigts, le pouce et le poignet reviennent automatiquement en position repos.



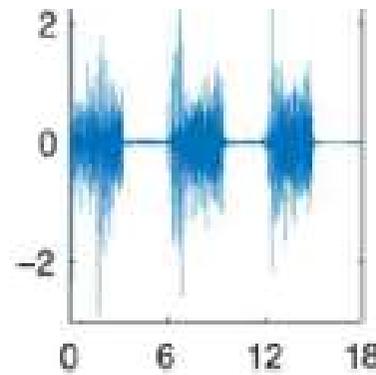
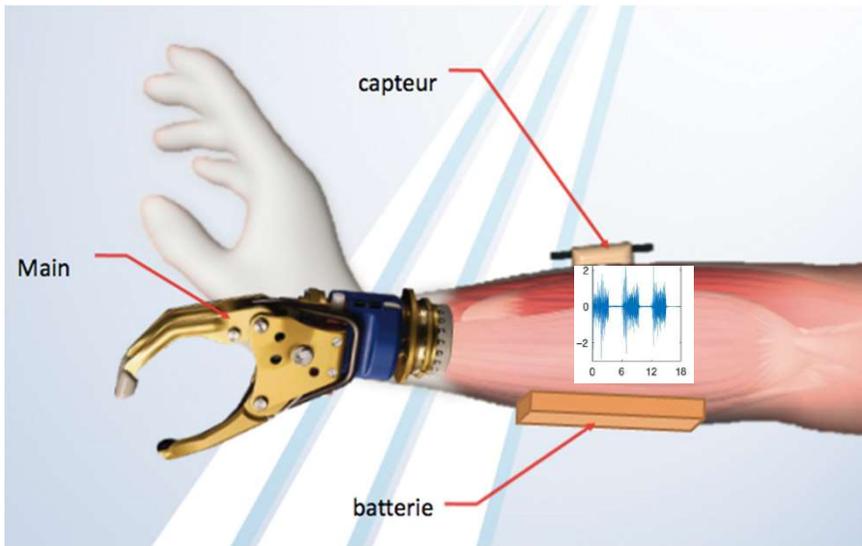
Michel Angelo*
(OB)



I limb ultra*
(Ossur)

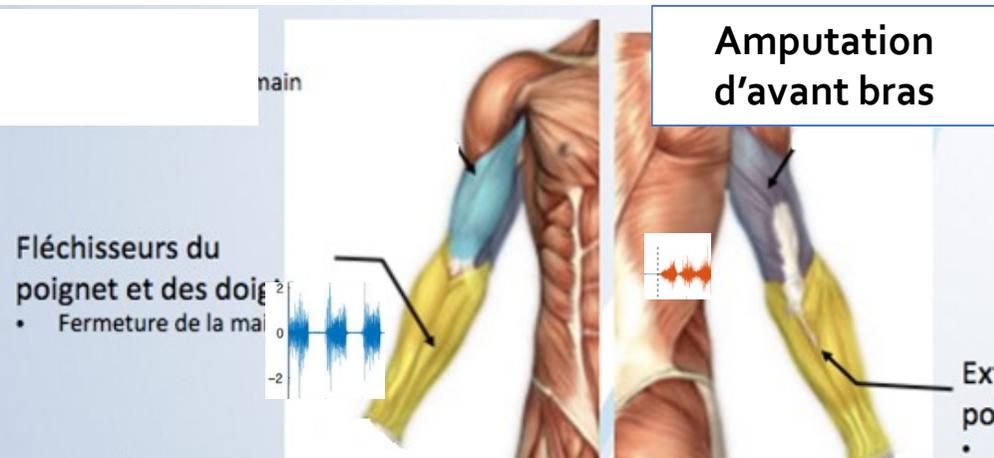
Pincement de précision standard ouvert		Mandrin à 3 mâchoires standard (tripode) ouvert		Rangement du pouce continu	
Pincement de précision du pouce ouvert		-Plus de mobilité digitale -Pas de mobilité de poignet		Rangement du pouce rapide	
Pincement de précision standard fermé			Mandrin à 3 mâchoires du pouce (tripode) ouvert	Préhension latérale	
Pincement de précision du pouce fermé		Mandrin à 3 mâchoires du pouce (tripode) fermé		Index pointé	
				Geste personnalisé	
				Préhension personnalisée	

Principes de fonctionnement d'une prothèse myoélectrique



Utilisation des signaux électriques générés par des contractions musculaires au niveau du membre résiduel

Principes de fonctionnement d'une prothèse myoélectrique



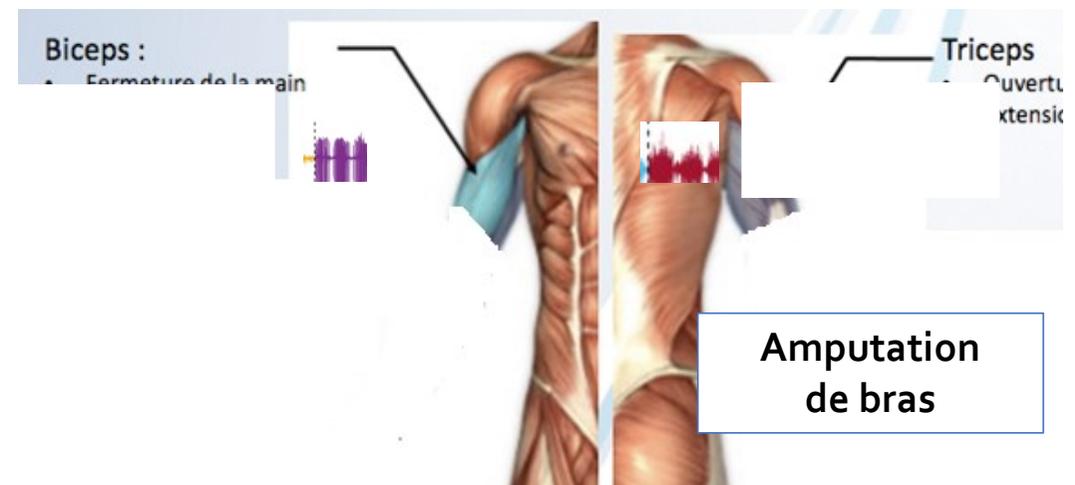
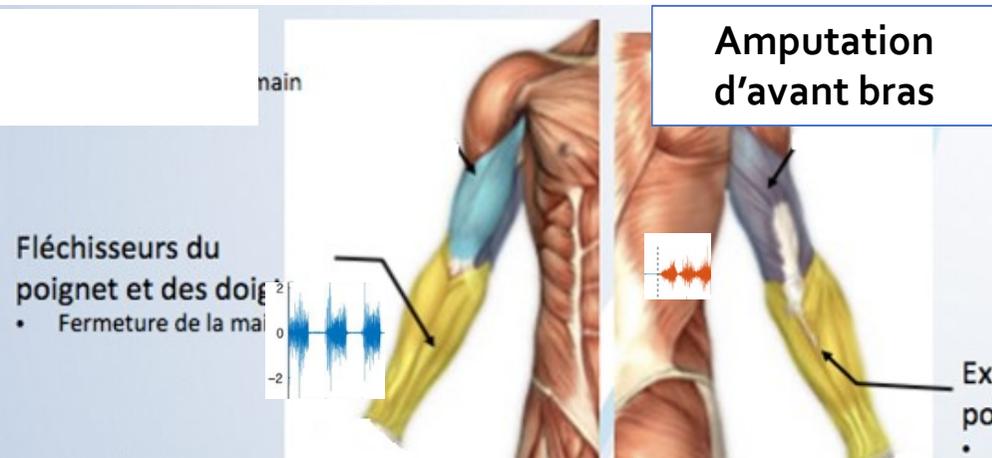
Signaux captés par 1 ou 2 électrodes au niveau musculaire

1 électrode/ sens de mouvement



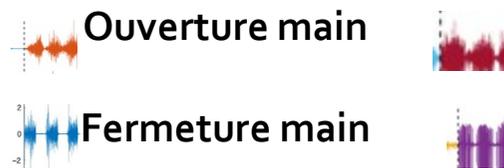
- Moulage ajusté nécessaire
- Apprentissage nécessaire

Principes de fonctionnement d'une prothèse myoélectrique

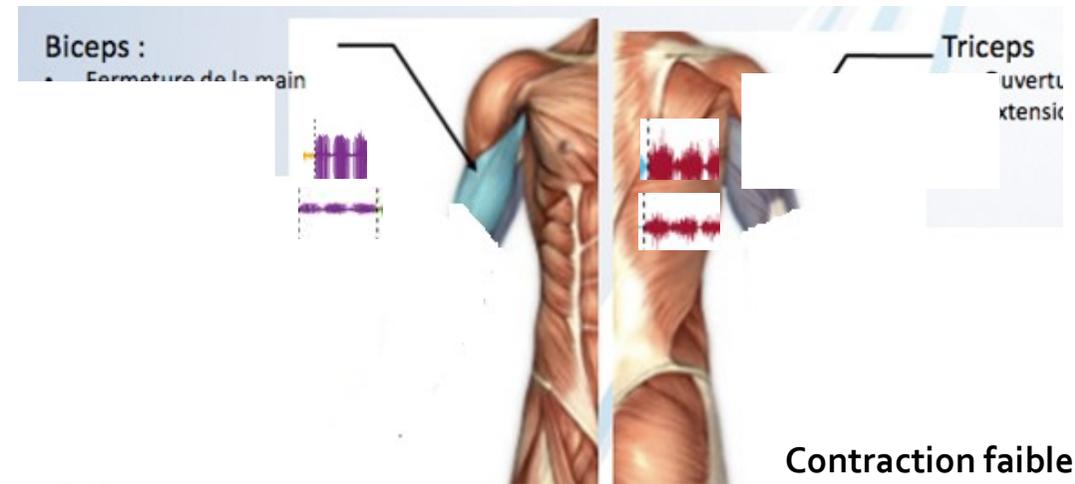
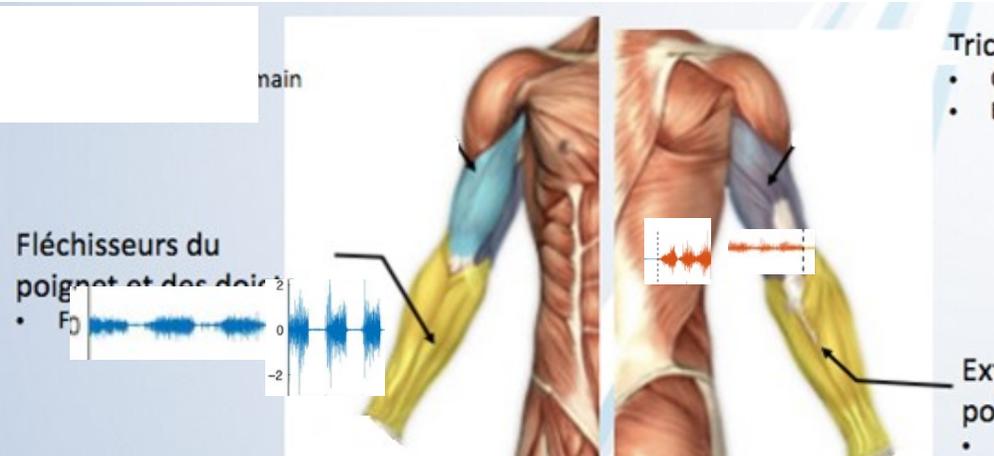


Signaux captés par 2 électrodes au niveau musculaire

1 électrode/ sens de mouvement

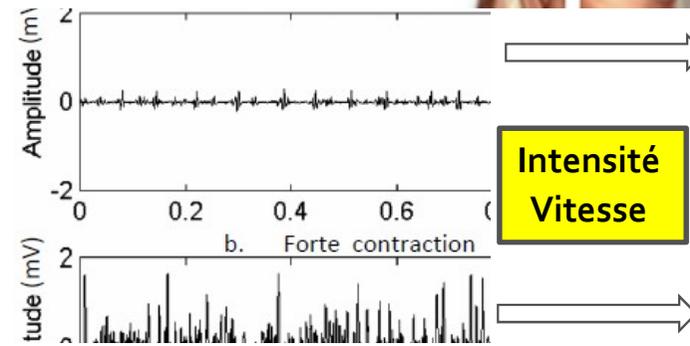


Principes de fonctionnement d'une prothèse myoélectrique



Possibilité de contrôler un 2^{ème} mouvement avec 1 même électrode en jouant sur les caractéristiques de la contraction

- P/S du poignet
- Ouverture / fermeture de la main



Contraction faible

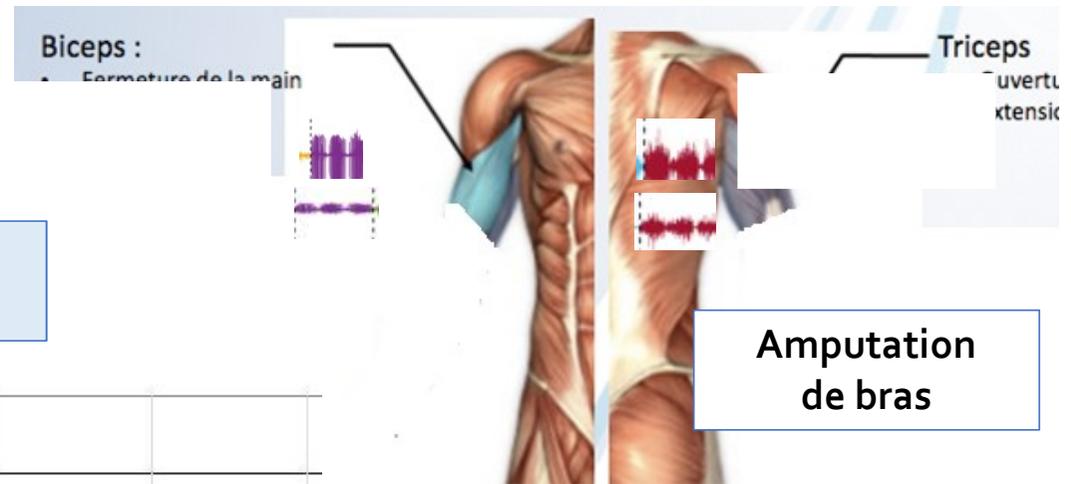
- O de la main
- F de la main

Contraction forte

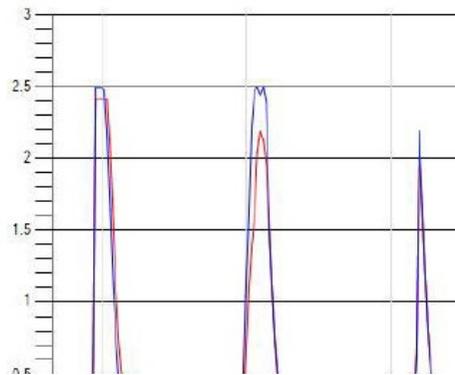
- Supination
- Pronation

- Mouvements séquentiels
- Apprentissage nécessaire

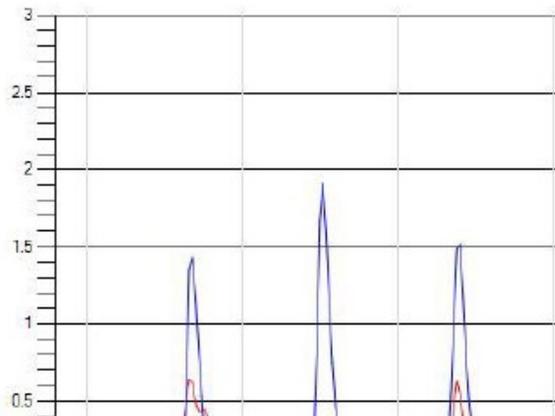
Principes de fonctionnement d'une prothèse myoélectrique



Pour passage en contrôle coude myo :
Cocontraction



Co contractions efficaces

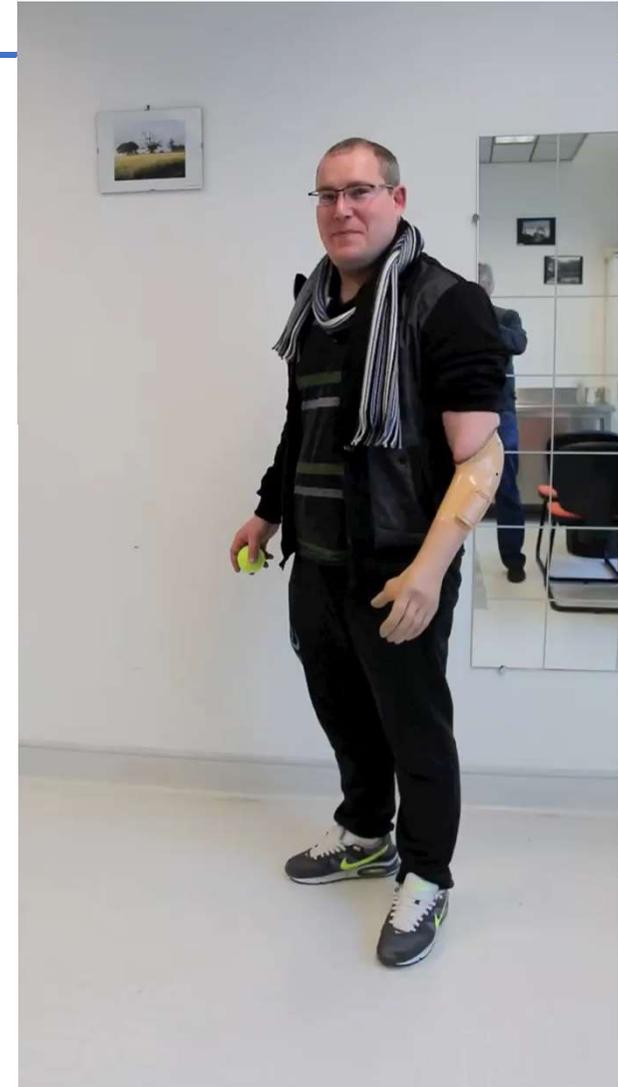
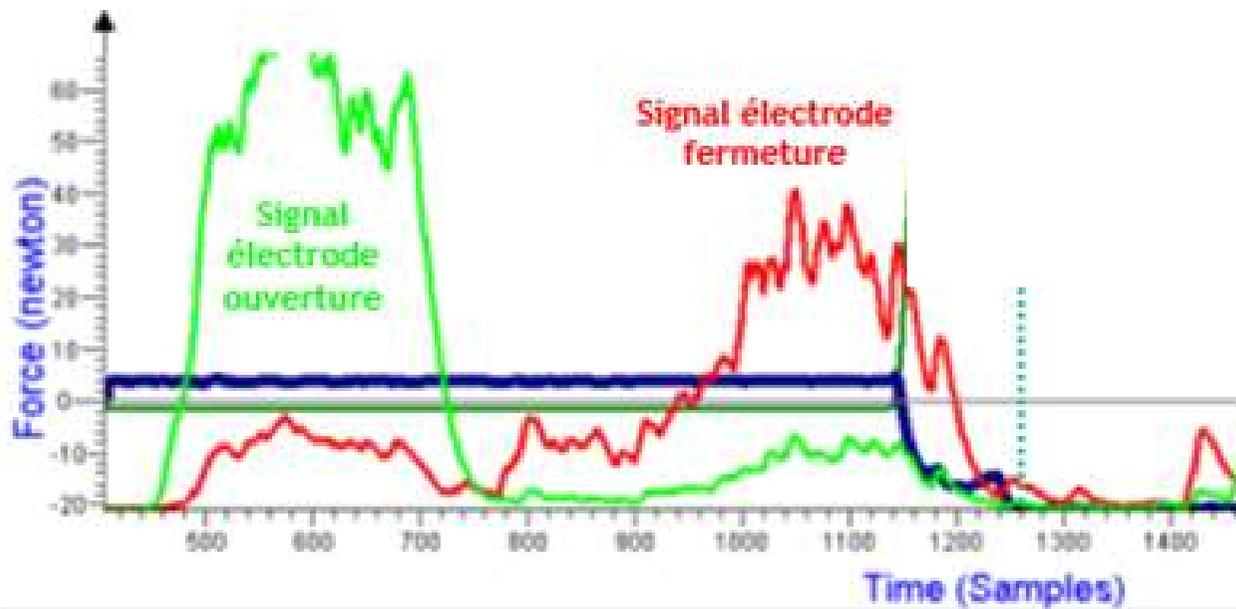


Co contractions non efficaces

- Mouvements séquentiels
- Apprentissage nécessaire

Principes de fonctionnement d'une prothèse myoélectrique

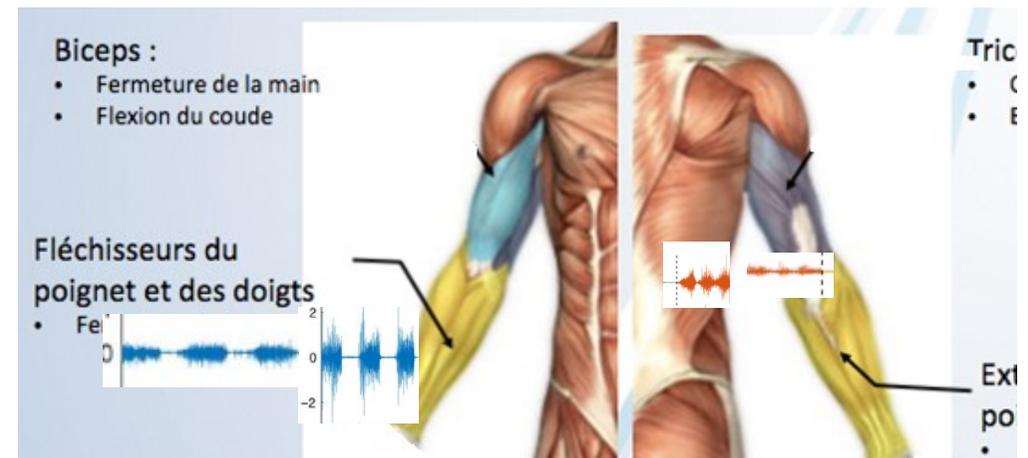
- Commande moins transparente
- Notion de seuils



Principes de fonctionnement d'une prothèse myoélectrique : Mains myoélectriques poly-digitales

Nombreuses prises possibles mais seulement 2 électrodes (4 signaux max)

Pincement de précision standard ouvert		Mandrin à 3 mâchoires standard (tripode) ouvert		Rangement du pouce continu	
Pincement de précision du pouce ouvert		Mandrin à 3 mâchoires standard (tripode) fermé		Rangement du pouce rapide	
Pincement de précision standard fermé		Mandrin à 3 mâchoires du pouce (tripode) ouvert		Préhension latérale	
Pincement de précision du pouce fermé		Mandrin à 3 mâchoires du pouce (tripode) fermé		Index pointé	
				Geste personnalisé	
				Préhension personnalisée	



- Plus de moyens de commande à trouver
- Apprentissage nécessaire

Moyens de commande : Mains myoélectriques poly-digitales

Utilisation de modes spécifiques de contraction : double, triple impulsion

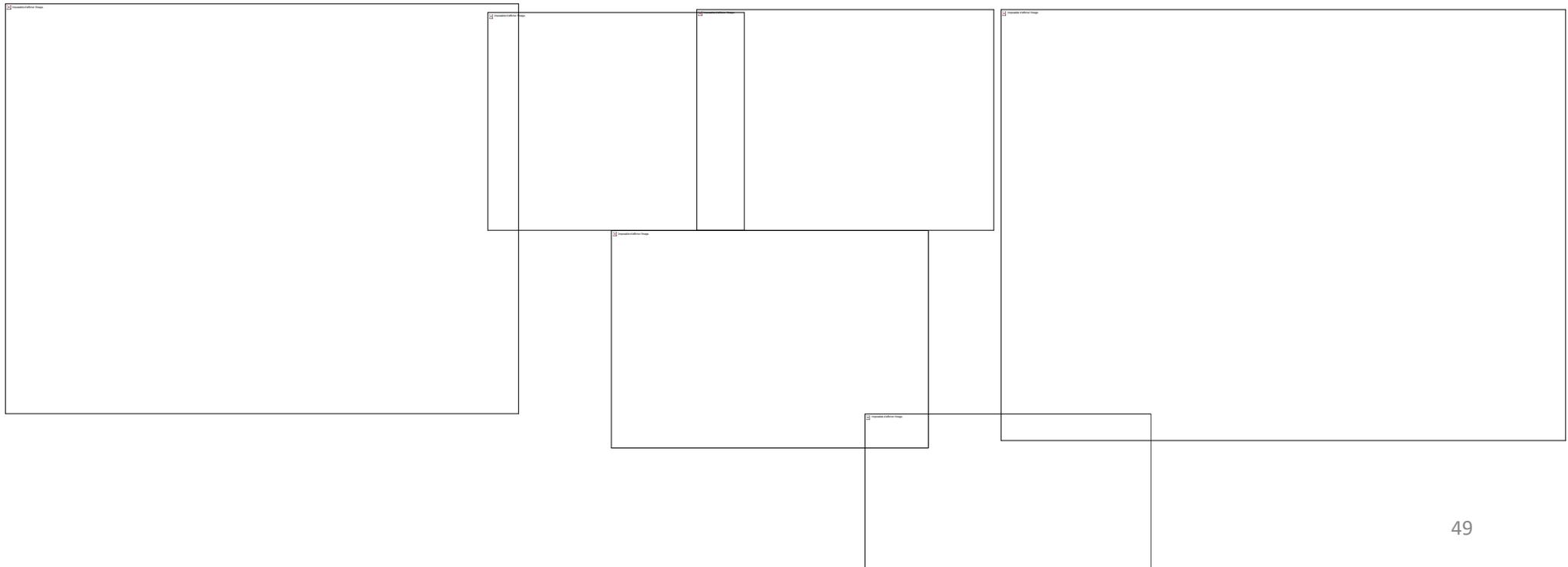
→ Contractions sans mouvement de la prothèse



Moyens de commande : Mains myoélectriques poly-digitales

Contrôle par l'environnement : grips chips (morph), smartphone, touche sur la prothèse, montre connectée...

Non LPP



Moyens de commande : Mains myoélectriques poly-digitales

Contrôle par mouvements :

Non LPP

- mouvements du membre résiduel : gyroscope
- mouvements du pouce prothétique

Nexus
(covvi)

Main I Limb Quantum

Moyens de commande : Mains myoélectriques poly-digitales

Augmentation du nombre d'électrodes : Coapt / Myoplus®

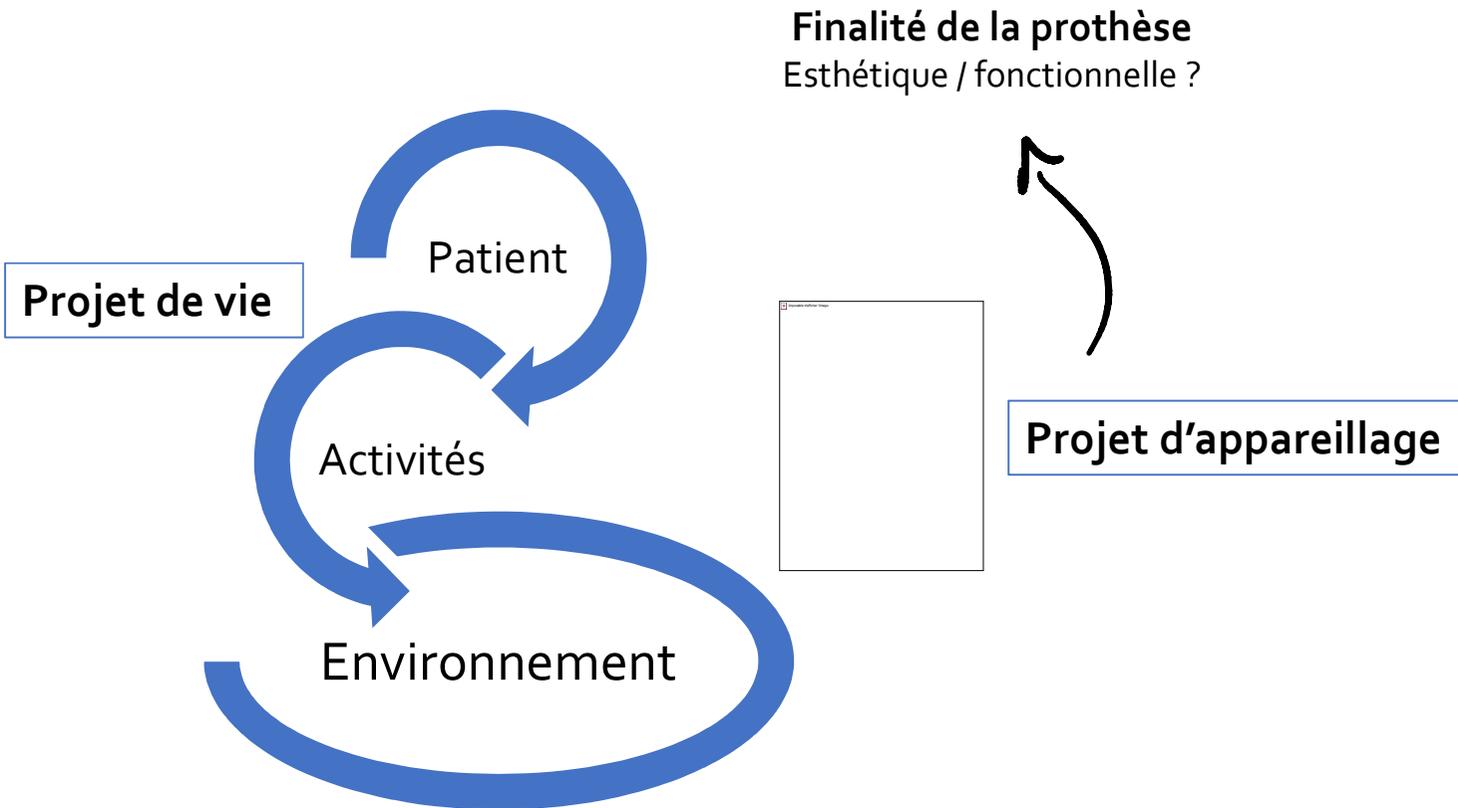
Non LPP

Ottobock

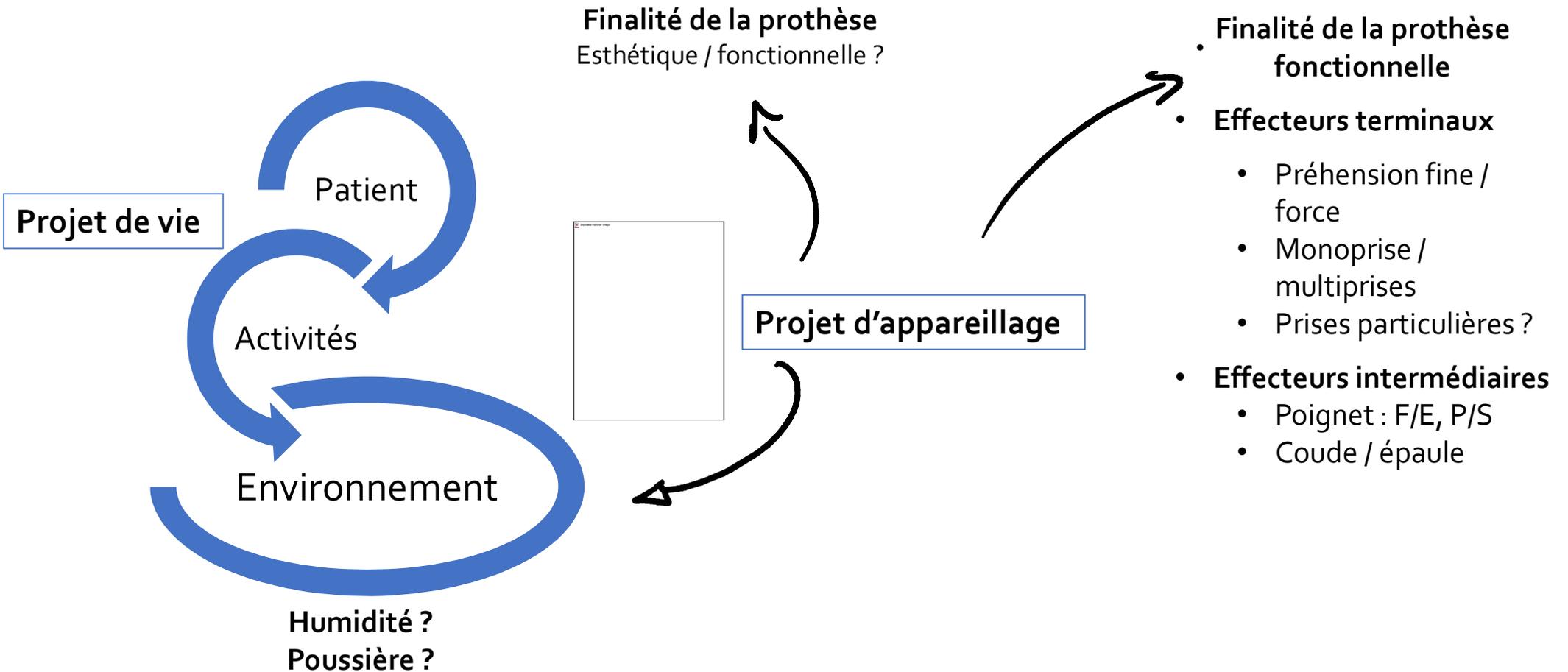
classifieur

Mereu 2021

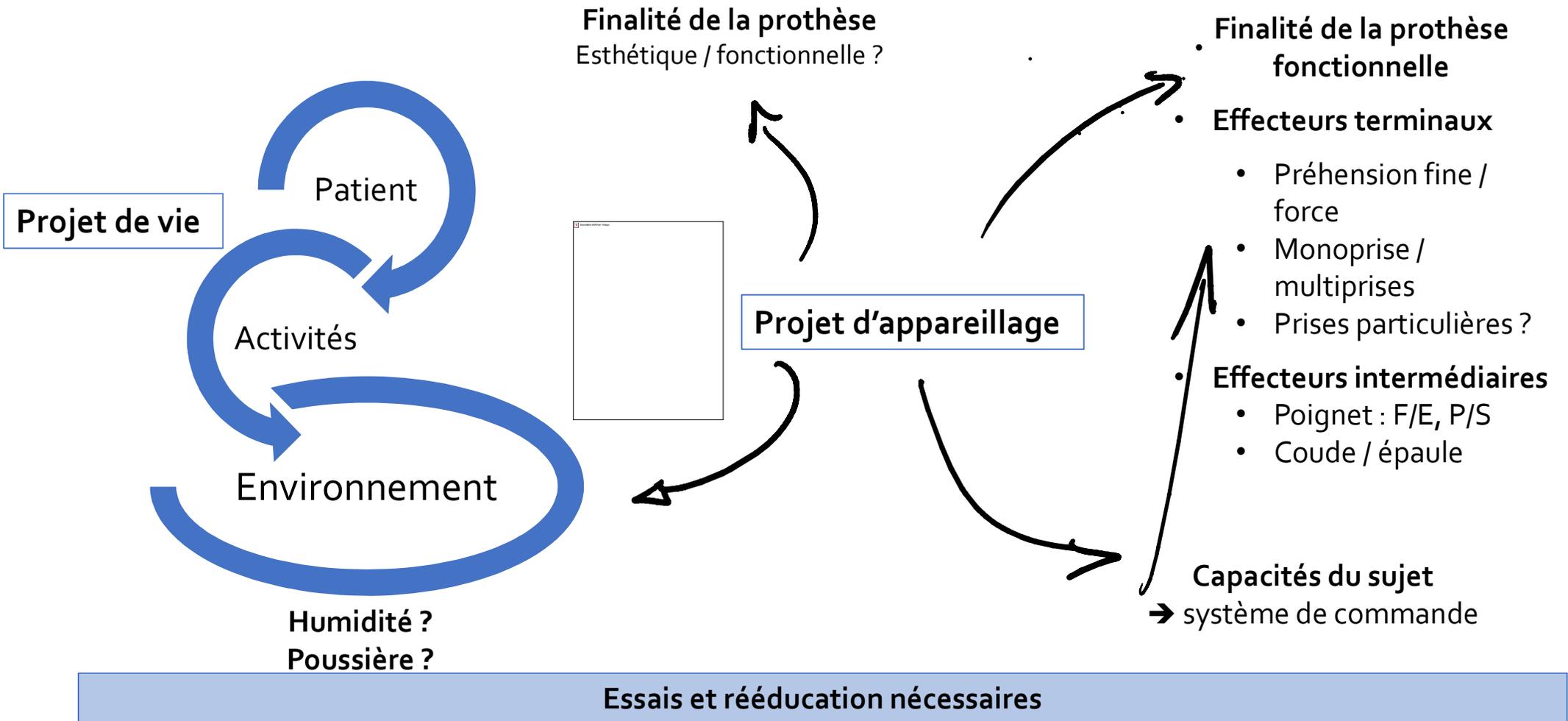
Quelle prothèse pour quel patient ?



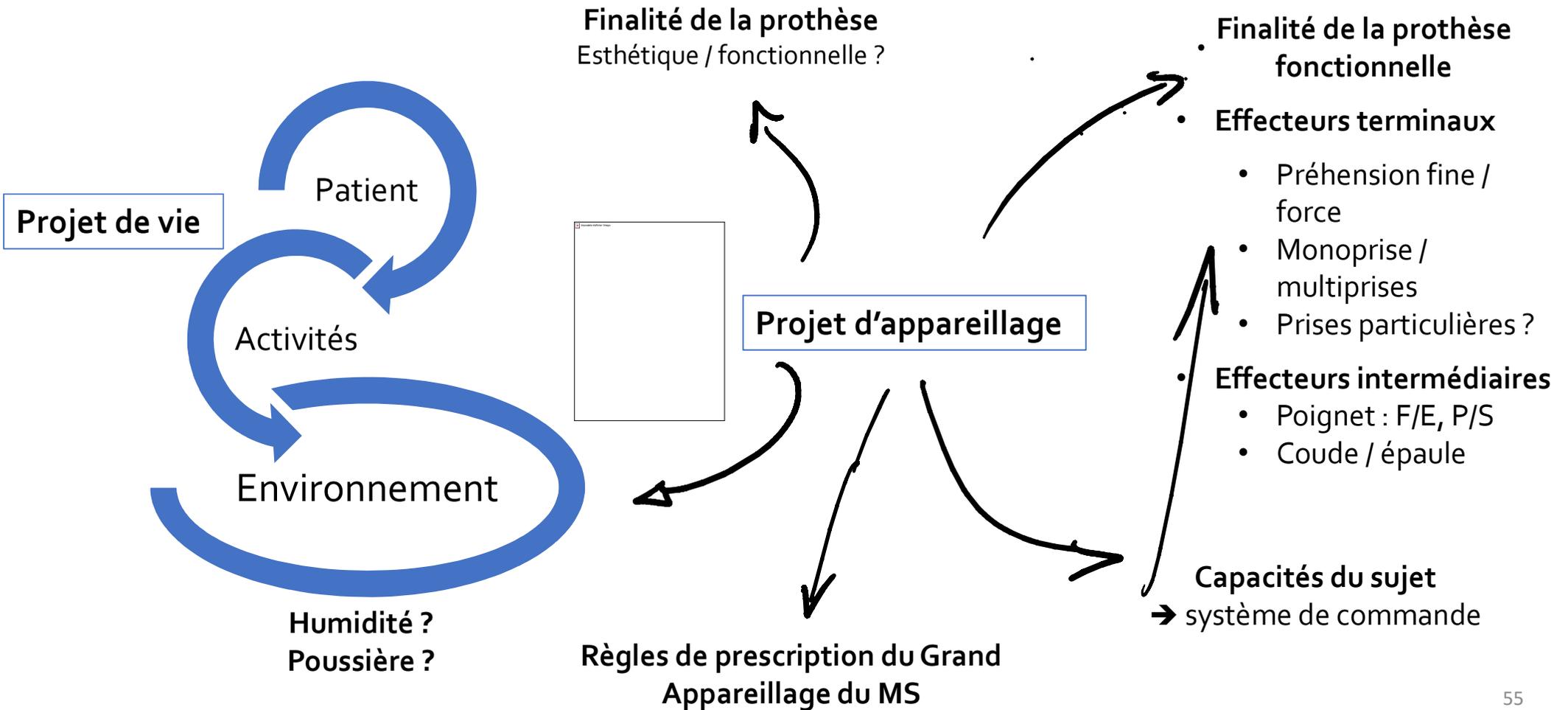
Quelle prothèse pour quel patient ?



Quelle prothèse pour quel patient ?



Quelle prothèse pour quel patient ?



Quelle prothèse pour quel patient ?

Activités mixtes

- Plutôt côté non dominant
- Port de charge possible
- Compensations d'épaule !

Main tridigitale

Quelle prothèse pour quel patient ?

Activités mixtes

- Plutôt côté non dominant
- Port de charge possible
- Compensations d'épaule !

Activités tertiaires

- Plutôt côté dominant
- Prises fines nécessaires
- Relation avec le public
- Pas de port de charge important

**Main
polydigitale
I Limb**

Quelle prothèse pour quel patient ?

Activités mixtes

- Plutôt côté non dominant
- Port de charge possible
- Compensations d'épaule !

Activités tertiaires

- Plutôt côté dominant
- Prises fines nécessaires
- Relation avec le public
- Pas de port de charge important

Activités tertiaires

- Plutôt côté dominant
- Diminution des compensations d'épaule
- Sans nécessité de prises fines

**Main
polydigitale
Michel Angelo**

Quelle prothèse pour quel patient ?

Activités mixtes

- Plutôt côté non dominant
- Port de charge possible
- Compensations d'épaule !

Activités tertiaires

- Plutôt côté dominant
- Prise fines nécessaires
- Relation avec le public
- Pas de port de charge important

Activités tertiaires

- Plutôt côté dominant
- Sans nécessité de prises fines
- Diminution des compensations d'épaule

Jardinage et bricolage



Pince

Quelle prothèse pour quel patient ?

Activités mixtes

- Plutôt côté non dominant
- Port de charge possible
- Compensations d'épaule !

Activités tertiaires

- Prise fines nécessaires
- Pas de port de charge important
- Relation avec le public
- Plutôt côté dominant

Activités tertiaires

- Sans nécessité de prises fines
- Diminution des compensations d'épaule
- Plutôt côté dominant

Jardinage et bricolage



Activités en milieux poussiéreux/
humides

**Prothèse
mécanique**

Quelle prothèse pour quel patient ?

Activités mixtes

- Plutôt côté non dominant
- Port de charge possible
- Compensations d'épaule !

Activités tertiaires

- Prise fines nécessaires
- Pas de port de charge important
- Relation avec le public
- Plutôt côté dominant

Activités tertiaires

- Sans nécessité de prises fines
- Diminution des compensations d'épaule
- Plutôt côté dominant

Jardinage et bricolage



Activités en milieux poussiéreux/ humides

Fonction esthétique

**Prothèse inerte
esthétique**

Conclusion : HOME MESSAGE

Activités mixtes

- Plutôt côté non dominant
- Port de charge possible
- Compensations d'épaule !

Activités tertiaires

- Prise fines nécessaires
- Pas de port de charge important
- Relation avec le public
- Plutôt côté dominant

Activités tertiaires

- Sans nécessité de prises fines
- Diminution des compensations d'épaule
- Plutôt côté dominant

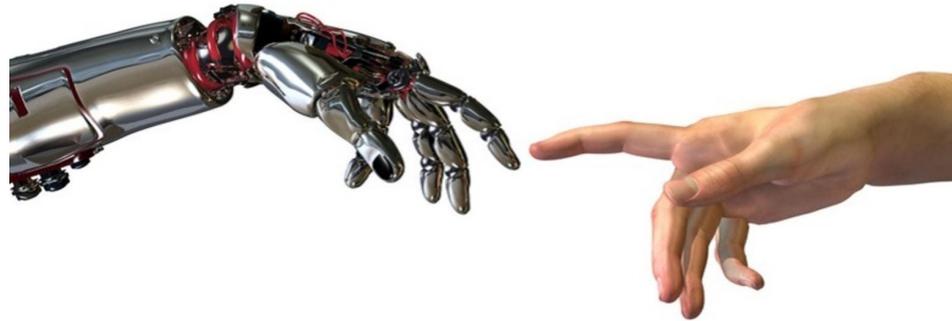
Jardinage et bricolage



Activités en milieux poussiéreux/humides

- La prothèse est un outil
- Plusieurs effecteurs possibles
- Plusieurs prothèses possibles en fonction des activités
- Personnalisation / Evolutivité du projet d'appareillage

- Essais nécessaires avant prescription définitive (rééducation + mises en situation écologiques)
- Equipe pluridisciplinaire spécialisée



Merci de votre attention

Dr A. Touillet, Dr I. Loiret, Pr J. Paysant

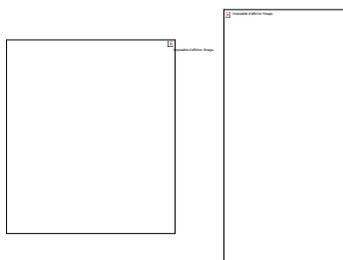
DES MPR / DIU Rééducation Nancy – 25/01/24



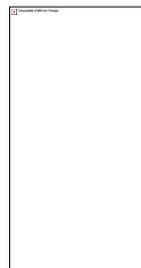
Pour info : Coût

LPP

Coût des mains et prothèses (LPP 02/01/2019)



5000 à 7800 €



3694 €



7143 €



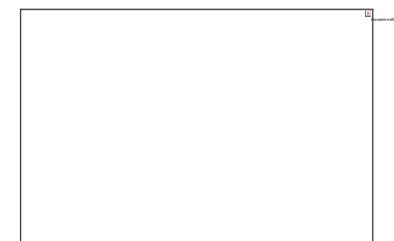
9788 €



Main seule : 27 270 €
Prothèse (main/emboiture): 31 195 €



Main seule : 32 275 €
Prothèse (main/PS/gant/emboiture): 42 039 €

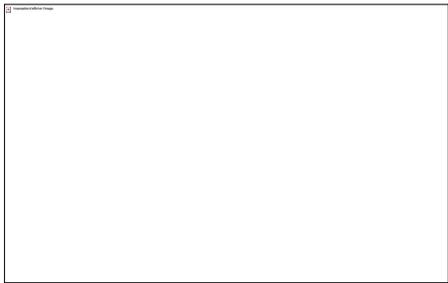


Main seule : 26 100 à 29 100€
Prothèse (main/emboiture): 30 880 à 33 880 €

Pour info : Coût

Non LPP

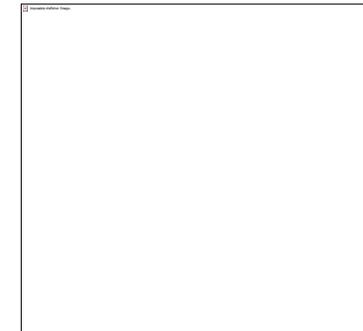
Coût des mains et prothèses



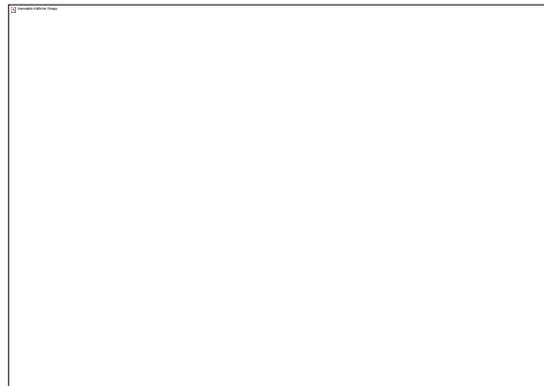
Main Covvi 17600 €



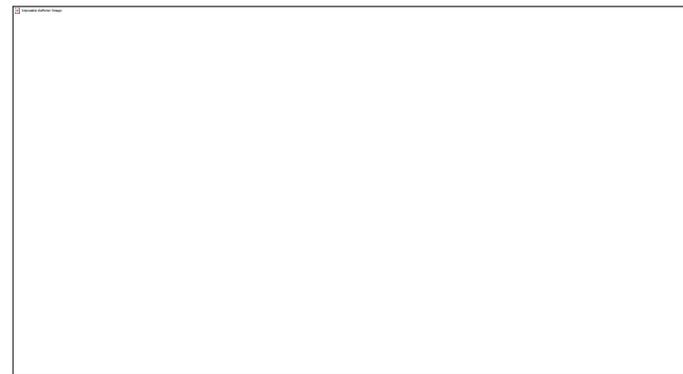
Main B Bionic 21 470 € HT



Taska : 52 890 € TTC



Myo plus: 9 587,20 € HT



Coapt : 22 590 € TTC

Pour info : Coût

Coût des coudes (LPP 02/01/2019)



6960 €

LPP



15 000 à 20 000 €

Non LPP



30 000 à 40 000 €
avec les révisions annuelles

Non LPP