**Tâche à faire par les ingénieurs**

**L’environnement virtuel :**

Le participant

* En position assise.
* Le tronc bloqué par le dossier de sa chaise et par un bloc au niveau de thorax.
* Les participants choisissent : le sexe de l'avatar, la couleur de peau et l’anthropométrie
* La longueur du bras et de l'avant-bras de l'avatar seront les mêmes que celles des participants.
* Le participant voit son bras dominant (de l’épaule jusqu’aux doigts).
* Le bras sera visible en permanence dans la réalité virtuelle
* Lorsque le bras dominant est au repos (dans la position de départ et pour la première partie de l’expérimentation), il sera sur une petite table (pas visible en réalité virtuelle), l’épaule aura un angle d’environ 50 degré d’abduction et le coude en flexion d’environ 80 degré (à voir selon la position de départ).
* La main des participants sera placée en position de départ (la position de départ sera de couleur blanche dans la réalité virtuelle et ce point sera visible tout le long de l’expérience) standardisée par l'angle de l'épaule et du coude où le sujet devra repositionner sa main après chaque mouvement d’atteinte vers une cible.
* Il peut aussi apercevoir le haut de son tronc, du haut des épaules jusqu’au milieu du tronc et son autre bras = Ces parties sont immobiles, pas de capteur.
* Pendant les expérimentations, l'environnement virtuel est visualisé du point de vue de la première personne du participant au moyen d'un avatar, c'est-à-dire une représentation visuelle du participant dans le monde virtuel.
* La tête reste mobile & le participant reçoit comme consigne de bouger au minimum la tête pour éviter les changements de plans au niveau de la vision.
* ~~Lors de mouvements de la tête, le participant perçoit la pièce, qui est similaire à la pièce réelle dans laquelle le patient se situe. À l’aide de l’application Mapit.~~
* Avant le début de l’expérimentation le participant voit une fois les 4 cibles en même temps en réalité virtuelle.
* Les cibles seront disposées dans l'environnement virtuel (aucune en réel), en avant, en arrière, à gauche et à droite de la position de départ : 2 cibles dans le plan frontal et 2 cibles dans le plan sagittal
* Les cibles sont de couleurs rouges et sont des points de couleurs de 10 cm de diamètre, elles sont toutes du côté du bras dominant du patient.
* Les cibles sont toutes du même côté du participant, à une distance standardisée en fonction de la longueur du bras, sans nécessité de déplacer le tronc pour les atteindre.
* Les 4 cibles sont à distance égale par rapport aux angles du coude et de l’épaule de la position de départ.
* Il aperçoit aussi la position de départ, qui est un point de couleur blanche (10 cm de diamètre). Cette position de départ, a contrario des cibles, sera visible tout au long de l’expérience.
* ~~La pièce est retranscrite en réalité grâce à l’application Mapit. Il y aura aussi un chronomètre en haut à droite dans le casque de réalité virtuelle.~~
* Le participant ne voit pas les vibrateurs sur son bras en réalité virtuelle. Les vibrateurs seront placés en réalité sur le bras au plus proche de l’épaule un devant et un derrière (deltoïde antérieur et postérieur.) et au plus proche du coude (le bout du biceps et du triceps).
* Le participant doit pouvoir garder le casque de réalité virtuelle tout au long de l’expérience sur la tête.

**Conditions expérimentales :**

Les quatre conditions proprioceptives seront produites par 4 conditions de stimulations vibratoires :

* 1) pas de vibrations
* 2) vibration congruente avec le sens du mouvement
* 3) vibration non-congruente avec le sens du mouvement
* 4) co-vibration.

Explication : Les vibrations congruentes avec le mouvement signifient que si le patient doit effectuer une extension du coude et une flexion de l’épaule, alors nous ferons vibrer le biceps, qui génère l'information proprioceptive correspondant à l’extension du coude et le deltoïde postérieur pour la flexion de l’épaule, et inversement pour les vibrations qui ne sont pas congruentes avec le mouvement. La co-vibration signifie qu’il y aura une stimulation simultanée, à même fréquence, des 4 vibrateurs afin de brouiller les informations afférentes sensorielles, par exemple le biceps et le triceps simultanément.

Les trois conditions visuelles seront produites par les stimulations visuelles sont :

* 1) réalité́ virtuelle congruente avec le mouvement d’atteinte réel
* 2) raccourcissement en réalité́ virtuelle du mouvement d’atteinte réel
* 3) allongement en réalité́ virtuelle du mouvement d’atteinte réel.

Explication : Des capteurs de mouvements seront placés sur la main, le coude et l’épaule. Ces capteurs permettront l’analyse précise de la cinématique de mouvement en temps réel. Mais surtout la position finale de la main. Cette position finale sera comparée par rapport à la position de la cible mais aussi par rapport aux autre positions finales des différentes expérimentations.

**Tableau 1 : Combinaison de stimulations proprioceptives et visuelles**

**Une image contenant table

Description générée automatiquement**

**Incarnation de l’avatar :**

Tout d'abord, l'incarnation avec l'avatar sera assurée en permettant aux participants d'expérimenter le fait que l'avatar bouge de façon synchronisée avec leurs propres mouvements. Dans cette phase, le participant part de de la position de départ et se dirige vers la cible, une fois vers la cible avant, revient à la position de départ. Puis il fait le même mouvement vers les trois autres cibles. Les cibles apparaissent toujours l’une après l’autre dans le champ visuel virtuel du participant, il n’y a jamais plus d’une cible visible pendant l’expérimentation. Le participant fera cette boucle de mouvement trois fois mais pas dans le même sens, c’est-à-dire :

Première boucle :

* Cible avant
* Cible extérieure
* Cible arrière
* Cible intérieure

Pause dans l’apparition des cibles.

On laisse le temps au participant de donner son avis sur l’incarnation de l’avatar, c’est-à-dire si le participant a l’impression que le mouvement effectué en réalité est égal à celui effectué par l’avatar. Il quantifiera subjectivement le sentiment d’incarnation à l’aide d’une échelle de Likert allant de 1à 7. (1= "je suis fortement en désaccord", 2="je suis en désaccord", 3 ="je suis un peu en désaccord", 4="je ne suis ni d'accord ni en désaccord", 5 = "je suis un peu d'accord", 6= "je suis d'accord", 7= "je suis fortement d'accord") à la mention "Je sens que ma main se dirige vers la cible". Cette échelle, si possible, apparaitra dans le casque de réalité virtuelle pour que le patient ait les descriptions des scores en visuel. Il donnera le score oralement.

Et objectivement à l’aide des capteurs placés sur le bras, nous pourrons comparer la cinématique du mouvement réel avec le mouvement de l’avatar en réalité virtuelle.

Nous ferons des ajustements si besoin.

Deuxième boucle :

* Cible arrière
* Cible extérieure
* Cible intérieure
* Cible avant

Troisième boucle :

* Cible intérieure
* Cible avant
* Cible extérieure
* Cible intérieure

Le patient redonne son avis (échelle Likert dans le casque) et nous comparons à nouveau la cinématique.

**Phase 1) Perception de mouvement :**

Dans la première phase de l'expérimentation, c'est-à-dire la phase de mesure des perceptions de mouvement et des réponses motrices spontanées, les participants recevront seulement les stimulations (visuelles et vibratoires) sans produire de mouvement volontaire vers les cibles.

Les essais expérimentaux seront présentés (3 répétitions vers les 4 cibles), alors que les participants auront pour consigne de ne pas bouger, mais aussi de ne pas empêcher tout mouvement qui pourrait apparaitre.

Chaque condition sera testée seule ou en combinaison :

* Visuel seul (seul l'avatar est présenté, sans vibration)
* Proprioceptif seul (seules les vibrations sont appliquées, noir dans le casque de réalité virtuelle comme si le participant avait les yeux fermés)
* Stimulations combinées (Avatar avec vibrations congruentes).

Les stimulations dureront 3 secondes pour représenter l'atteinte de la cible. Les mouvements de l'avatar seront des mouvements stéréotypés, indépendants des mouvements réels des participants dans cette phase, comme un enregistrement vidéo du mouvement. Les blocs pour chaque stimulation (3 répétitions de chaque stimulation), seules ou combinées, seront présentés dans un ordre semi-aléatoire. Les mouvements spontanés du bras seront mesurés lors de chaque stimulation grâce au système d'analyse du mouvement. De plus, immédiatement après la fin de la stimulation du mouvement d'atteinte, les participants devront indiquer sur l'échelle numérique de perception (score de 1 à 7) leur perception de mouvement à chaque essai (apparition à l'écran). Enfin, les participants devront reproduire de façon la plus fidèle possible le mouvement ressenti (amplitude, direction, vitesse), immédiatement après avoir donné leur score de perception. Les participants n’auront pas de retour visuel, donc l’écran du casque noir.

4 conditions proprioceptives seules, 3 conditions visuelles seules, 8 conditions combinées = 19 conditions de 10 secondes, 3(x10 seconde) essais chacun = environ 9 minutes

Étape de familiarisation avec 1 essai, 3 directions aléatoires, VR seul, VR et vibration, vibration seule. Sans mouvement. + Essai de la question. Faire attention que ces conditions n'apparaissent pas dans les premiers essais expérimentaux.

Stimulations proprioceptives ; Vibration à appliquer yeux fermés :

* Vibration du biceps et du deltoïde postérieur (ressenti mouvement vers l’avant)
* Vibration du triceps et du deltoïde antérieur (ressenti mouvement vers l’arrière)
* Vibration du biceps et deltoïde antérieur (ressenti mouvement vers l’extérieur)
* Vibration du triceps et du deltoïde postérieur (ressenti mouvement vers l’intérieur)
* Vibration triceps, biceps, deltoïde antérieur et deltoïde postérieur.

Stimulations visuelles ; Mouvement en réalité virtuelle de l’avatar dans le casque VR :

* Mouvement de l’avatar vers la cible avant
* Mouvement de l’avatar vers la cible arrière
* Mouvement de l’avatar vers la cible extérieure
* Mouvement de l’avatar vers la cible intérieure

Stimulations visuelles et proprioceptives ; Vibration congruente avec le mouvement réel + mouvement en réalité virtuelle de l’avatar dans le casque VR

* Vibration du biceps et du deltoïde postérieur + mouvement de l’avatar vers la cible avant
* Vibration du triceps et du deltoïde antérieur + mouvement de l’avatar vers la cible arrière
* Vibration du biceps et deltoïde antérieur + mouvement de l’avatar vers la cible extérieur
* Vibration du triceps et du deltoïde postérieur + mouvement de l’avatar vers la cible intérieur

Stimulations visuelles et proprioceptives ; Vibration non- congruente avec le mouvement réel + mouvement en réalité virtuelle de l’avatar dans le casque VR :

* Vibration du triceps et du deltoïde antérieur + mouvement de l’avatar vers la cible avant
* Vibration du biceps et du deltoïde postérieur + mouvement de l’avatar vers la cible arrière
* Vibration du triceps et du deltoïde postérieur + mouvement de l’avatar vers la cible extérieure
* Vibration du biceps et deltoïde antérieur + mouvement de l’avatar vers la cible intérieure

Stimulations visuelles et proprioceptives ; Covibration + mouvement en réalité virtuelle de l’avatar dans le casque VR :

* Vibration triceps, biceps, deltoïde antérieur et deltoïde postérieur + mouvement de l’avatar vers la cible avant
* Vibration triceps, biceps, deltoïde antérieur et deltoïde postérieur + mouvement de l’avatar vers la cible arrière
* Vibration triceps, biceps, deltoïde antérieur et deltoïde postérieur + mouvement de l’avatar vers la cible extérieur
* Vibration triceps, biceps, deltoïde antérieur et deltoïde postérieur + mouvement de l’avatar vers la cible intérieur

- Lors de la période de stimulation lors de la phase de perception de mouvement, à chaque essai (à partir du moment où le mouvement en réalité virtuelle ou les vibrations commencent), la cinématique du bras devra être enregistrée au cas où le participant ait des réponses motrices.

- À la suite de l’essai, il y une pause où le participant donne sa cotation sur l’échelle de Likert (définie plus haut). Il serait intéressant qu’il puisse choisir la cotation de l’échelle dans ce moment en réalité virtuelle. C’est-à-dire que le participant voit dans le casque les 7 numéros et a ce qu’ils correspondent (1= "je suis fortement en désaccord" etc..). La réponse sera donnée oralement

- Après avoir choisi le score, il y aura l’indication suivante dans le casque : « à présent veuillez reproduire le mouvement ressenti et annoncer le départ ». A la suite de cette phrase il est important que lorsqu’il annonce qu’il va reproduire le mouvement alors nous pouvons manuellement déclencher la collecte d'analyse de mouvement pour aussi enregistrer la cinématique de mouvement. Il faut pouvoir aussi l’arrêter à la fin du mouvement lorsqu’on le souhaite. La reproduction est faite une fois sans retour visuel (écran noir), une fois avec le retour visuel "normal" (ni raccourci, ni allongé) de l'avatar, avec un déclenchement manuel pour laisser le temps d'expliquer oralement la tâche au participant.

Attention : Il est important de comprendre que la tâche demandée par l’avatar est un « film » pour la cinématique du mouvement. C’est-à-dire que le participant puisse voir une vidéo du mouvement de l’avatar vers chaque cible. Ce qui fera uniquement une vidéo du bras se déplaçant de la positon de départ (blanche) vers la cible, donc 4 vidéos au total.

**Phase 2) Moduler le mouvement :**

Dans la seconde phase de l'expérimentation, c'est-à-dire la mesure de l'effet des stimulations sensorielles sur les mouvements volontaires, les participants devront réaliser volontairement les mouvements vers les cibles. Lors du mouvement et du maintien de la position finale, la cible ne sera pas visible afin de ne pas fournir de feedback de résultat, qui pourrait amener une modification de la stratégie de mouvement

Essais : Chaque mouvement d’atteinte devra être effectué sur une période de trois secondes précisément, suivi d’un maintien de la position finale pendant 1 seconde et d’un retour à la position initiale. Lorsque le participant aura la main au niveau de la position initiale, il pourra visualiser la cible puis au moment où le patient bougera sa main de la position initiale, alors la phase de mouvement d’atteinte sera enclenchée (trois secondes). À partir de ce moment-là, il ne verra plus la cible jusqu’au retour de la main à la position initiale pour le prochain mouvement. Ces trois étapes constituent un essai.

Conditions expérimentales : Chacune des **12 différentes conditions expérimentales** (stimulation du tableau 1) sera effectuée trois fois, non consécutives, par cible, l'ensemble des 36 mouvements étant proposé de manière quasi-aléatoire, afin d’éviter un apprentissage moteur plus important à la fin de l’expérience qu’au début.

Conditions de contrôle : Afin que les participants aient une référence pour la réalisation des mouvements de chaque tâche expérimentale, et pour quantifier l’impact des stimulations sur le mouvement d’atteinte, le sujet réalisera un mouvement d’atteinte vers la cible qui sera utilisée pour l'essai à venir (condition A, tableau 1) sans vibrations, avec une vision du mouvement de son bras dans l’environnement virtuel congruent avec la réalité et en présence de la cible visuelle. Cette **condition contrôle** (condition A) sera effectuée avant chaque **condition expérimentale** vers la cible correspondante. La cible disparait lors du retour à la position de départ, et ne réapparait que pour le début de l'essai expérimental.

Nombre total d’essais : Il y aura en tout un nombre d’essais qui s’élève à un total de :

4 essais de mise en condition du participant + 12 conditions expérimentales x 4 cibles (3 répétitions) + 12 conditions contrôle x 4 cibles (3 répétitions) = 292 essais. La durée totale de l’expérience sera d’environ : 292 sec x 5= 1460 sec. = 25 minutes environ. Des pauses seront proposées régulièrement aux participants.

Chronomètre : Le sujet aura un support visuel (chronomètre) dans l’environnement virtuel pour le temps (3 secondes) lors des différentes étapes de chaque essai.

Le chronomètre est uniquement utile pour la seconde phase de l’expérimentation (modulation de mouvement). Le chronomètre est divisé en 3 phase, ces 3 phases concordent avec les 3 phases de l’expérimentation c’est-à-dire :

* Phase 1 : départ de la position de départ jusqu’à la cible, moment où les stimulations sont appliquées (durée 3 seconde),
* Phase 2 : Pause une seconde à la cible supposée. (1 seconde)
* Phase 3 : retour vers la position de départ. (Pas de limite de temps) = indication qu'on est dans les conditions de départ (position sur le point blanc).

ATTENTION ici, il faudra que l'expérimentateur ait un bouton de lancement de l'essai pour assurer qu'on a sélectionné le bon patron de vibration sur l'autre ordinateur. Une fois qu'on l'a choisi, on lance l'essai en RV qui déclenchera la vibration.

Affichage de la condition de vibration suivante à valider pour déclencher l'essai expérimental en question. C'est encore le mouvement du sujet hors du point de départ qui déclenche la vibration.

Le Chronomètre fonctionne sur le principe d’une barre, en haut à droite de l’écran, en couleur, qui s’écoule pendant le mouvement (phase1). Elle reste visible (mais vide) pendant la phase 2 et lorsque la position a été tenu une seconde, la barre disparait et indique au participant qu'il peut passer à la phase 3 c’est-à-dire revenir à la position de départ (phase 3). Pendant la Phase 3, la barre du chronomètre n’est pas visible. Elle réapparait, pleine, au moment où le participant positionne sa main sur la position de départ et que l'essai peut commencer (patron de vibration sélectionné). Ainsi le chronomètre sera prêt à être déclenché pour le mouvement suivant.

Différente stimulation visuelle et vibratoire par cible :

**Cible avant :**

1. Pas de vibration + mouvement en réalité virtuelle congruent avec le mouvement réel
2. Pas de vibration + mouvement en réalité virtuelle raccourci par rapport au mouvement réel (réduction : angle flexion épaule et angle extension coude)
3. Pas de vibration + mouvement en réalité virtuelle exagéré par rapport au mouvement réel (agrandissement : angle flexion épaule et angle extension coude)
4. Vibration du biceps et du deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle congruent avec le mouvement réel
5. Vibration du biceps et du deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle raccourci par rapport au mouvement réel (réduction : angle flexion épaule et angle extension coude)
6. Vibration du biceps et du deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle exagéré par rapport au mouvement réel (agrandissement : angle flexion épaule et angle extension coude)
7. Vibration du triceps et du deltoïde antérieur + mouvement en réalité virtuelle congruent avec le mouvement réel
8. Vibration du triceps et du deltoïde antérieur + mouvement en réalité virtuelle raccourci par rapport au mouvement réel (réduction : angle flexion épaule et angle extension coude)
9. Vibration du triceps et du deltoïde antérieur + mouvement en réalité virtuelle exagéré par rapport au mouvement réel (agrandissement : angle flexion épaule et angle extension coude)
10. Vibration triceps, biceps, deltoïde antérieur et deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle congruent avec le mouvement réel
11. Vibration triceps, biceps, deltoïde antérieur et deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle raccourci par rapport au mouvement réel (réduction : angle flexion épaule et angle extension coude)
12. Vibration triceps, biceps, deltoïde antérieur et deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle exagéré par rapport au mouvement réel (agrandissement : angle flexion épaule et angle extension coude)

**Cible arrière :**

1. Pas de vibration + mouvement en réalité virtuelle congruent avec le mouvement réel
2. Pas de vibration + mouvement en réalité virtuelle raccourci par rapport au mouvement réel (réduction : angle extension épaule et angle flexion coude)
3. Pas de vibration + mouvement en réalité virtuelle exagéré par rapport au mouvement réel (agrandissement : angle extension épaule et angle flexion coude)
4. Vibration du triceps et du deltoïde antérieur + mouvement en réalité virtuelle congruent avec le mouvement réel
5. Vibration du triceps et du deltoïde antérieur + mouvement en réalité virtuelle raccourci par rapport au mouvement réel (réduction : angle extension épaule et angle flexion coude)
6. Vibration du triceps et du deltoïde antérieur + mouvement en réalité virtuelle exagéré par rapport au mouvement réel
7. Vibration du biceps et du deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle congruent avec le mouvement réel
8. Vibration du biceps et du deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle raccourci par rapport au mouvement réel (réduction : angle extension épaule et angle flexion coude)
9. Vibration du biceps et du deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle exagéré par rapport au mouvement réel
10. Vibration triceps, biceps, deltoïde antérieur et deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle congruent avec le mouvement réel
11. Vibration triceps, biceps, deltoïde antérieur et deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle raccourci par rapport au mouvement réel (réduction : angle extension épaule et angle flexion coude)
12. Vibration triceps, biceps, deltoïde antérieur et deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle exagéré par rapport au mouvement réel (agrandissement : angle extension épaule et angle flexion coude)

**Cible extérieure**

1. Pas de vibration + mouvement en réalité virtuelle congruent avec le mouvement réel
2. Pas de vibration + mouvement en réalité virtuelle raccourci par rapport au mouvement réel (réduction : angle extension épaule et angle extension coude)
3. Pas de vibration + mouvement en réalité virtuelle exagéré par rapport au mouvement réel (agrandissement : angle extension épaule et angle extension coude)
4. Vibration du biceps et deltoïde antérieur + mouvement en réalité virtuelle congruent avec le mouvement réel
5. Vibration du biceps et deltoïde antérieur + mouvement en réalité virtuelle raccourci par rapport au mouvement réel (réduction : angle extension épaule et angle extension coude)
6. Vibration du biceps et deltoïde antérieur + mouvement en réalité virtuelle exagéré par rapport au mouvement réel (agrandissement : angle extension épaule et angle extension coude)
7. Vibration du triceps et du deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle congruent avec le mouvement réel
8. Vibration du triceps et du deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle raccourci par rapport au mouvement réel (réduction : angle extension épaule et angle extension coude)
9. Vibration du triceps et du deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle exagéré par rapport au mouvement réel (agrandissement : angle extension épaule et angle extension coude)
10. Vibration triceps, biceps, deltoïde antérieur et deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle congruent avec le mouvement réel
11. Vibration triceps, biceps, deltoïde antérieur et deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle raccourci par rapport au mouvement réel (réduction : angle extension épaule et angle extension coude)
12. Vibration triceps, biceps, deltoïde antérieur et deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle exagéré par rapport au mouvement réel (agrandissement : angle extension épaule et angle extension coude)

**Cible intérieure**

1. Pas de vibration + mouvement en réalité virtuelle congruent avec le mouvement réel
2. Pas de vibration + mouvement en réalité virtuelle raccourci par rapport au mouvement réel (réduction : angle flexion épaule et angle extension coude)
3. Pas de vibration + mouvement en réalité virtuelle exagéré par rapport au mouvement réel (agrandissement : angle flexion épaule et angle extension coude)
4. Vibration du triceps et du deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle congruent avec le mouvement réel
5. Vibration du triceps et du deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle raccourci par rapport au mouvement réel (réduction : angle flexion épaule et angle extension coude)
6. Vibration du triceps et du deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle exagéré par rapport au mouvement réel (agrandissement : angle flexion épaule et angle extension coude)
7. Vibration du biceps et deltoïde antérieur + mouvement en réalité virtuelle congruent avec le mouvement réel
8. Vibration du biceps et deltoïde antérieur + mouvement en réalité virtuelle raccourci par rapport au mouvement réel (réduction : angle flexion épaule et angle extension coude)
9. Vibration du biceps et deltoïde antérieur + mouvement en réalité virtuelle exagéré par rapport au mouvement réel (agrandissement : angle flexion épaule et angle extension coude)
10. Vibration triceps, biceps, deltoïde antérieur et deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle congruent avec le mouvement réel
11. Vibration triceps, biceps, deltoïde antérieur et deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle raccourci par rapport au mouvement réel (réduction : angle flexion épaule et angle extension coude)
12. Vibration triceps, biceps, deltoïde antérieur et deltoïde postérieur + mouvement en réalité virtuelle exagéré par rapport au mouvement réel (agrandissement : angle flexion épaule et angle extension coude)

Attention : Les différentes combinaisons de vibrations et de réalité virtuelle sont décrite ci-dessous, cependant pour l’ingénierie il est une uniquement pertinent de prendre en compte les différentes cinématiques de la réalité virtuelle. C’est-à-dire :

**Cible avant :**

1. Mouvement en réalité virtuelle congruent avec le mouvement réel
2. Mouvement en réalité virtuelle raccourci par rapport au mouvement réel (réduction : angle flexion épaule et angle extension coude)
3. Mouvement en réalité virtuelle exagéré par rapport au mouvement réel (agrandissement : angle flexion épaule et angle extension coude)

**Cible arrière :**

1. Mouvement en réalité virtuelle congruent avec le mouvement réel
2. Mouvement en réalité virtuelle raccourci par rapport au mouvement réel (réduction : angle flexion épaule et angle extension coude)
3. Mouvement en réalité virtuelle exagéré par rapport au mouvement réel (agrandissement : angle flexion épaule et angle extension coude)

**Cible intérieure :**

1. Mouvement en réalité virtuelle congruent avec le mouvement réel
2. Mouvement en réalité virtuelle raccourci par rapport au mouvement réel (réduction : angle flexion épaule et angle extension coude)
3. Mouvement en réalité virtuelle exagéré par rapport au mouvement réel (agrandissement : angle flexion épaule et angle extension coude)

**Cible extérieure :**

1. Mouvement en réalité virtuelle congruent avec le mouvement réel
2. Mouvement en réalité virtuelle raccourci par rapport au mouvement réel (réduction : angle flexion épaule et angle extension coude)
3. Mouvement en réalité virtuelle exagéré par rapport au mouvement réel (agrandissement : angle flexion épaule et angle extension coude)

Il n’y a donc que 3 cinématiques différentes par cibles.