

# Moving Minds Empowering Bodies

# Contrôle du tronc

Orientation axiale, transferts de poids, stratégies de compensation

## Impact du tronc

Alignement tête-tronc-bassin et contrôle de la verticale gravitaire.

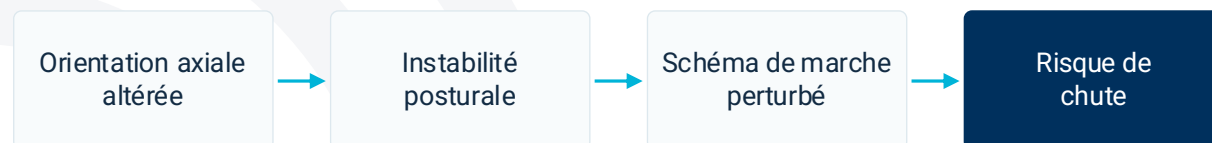
Stabilisation du centre de masse pendant les transferts et le pas.

Dissociation pelvis/tronc : limite les compensations du haut du corps.

Ajustements anticipatoires et réactionnels avant/après perturbation.

Base de l'équilibre assis, du lever, de la station debout et de la marche.

## Conséquences d'un déficit



**À retenir : les capacités motrices du tronc à la phase aiguë/subaiguë sont des indicateurs importants de récupération de la marche et des ADL.**



# Contrôle du tronc : impact sur 4 types d'équilibre

Lecture intégrée des essais core stability, du CORE-Trial et des données accélérométriques.

## Type d'équilibre

Statique

Dynamique

Proactif

Réactif

## Rôle du tronc

Maintien vertical assis/debout ; réduction du balancement excessif du centre de masse.

Transferts de poids, atteinte, passage assis-debout, marche et virages.

Ajustements posturaux anticipatoires avant le mouvement volontaire ou l'initiation du pas.

Réponses compensatoires à une perturbation externe ; capacité à récupérer la stabilité.

## Ce que montrent les études

Cabanas-Valdés : équilibre debout amélioré avec core stability + kinésithérapie ;  
Haruyama : Brief-BESTest ↑.

RCT : TIS dynamique ↑, TUG ↓, FAC ↑ ;  
Isho : TIS total/coordination corrélé au TUG et à la vitesse de marche.

CORE-Trial cible balance dynamique assise et stepping ;  
Haruyama : bascule pelvienne active ↑ et tests composites améliorés.

Signal indirect via Brief-BESTest, qui inclut des réponses posturales ;

# Contrôle du tronc : une étape primordial dans le maintien de l'équilibre

Le tronc relie orientation, centre de masse et mobilité des membres.

## Données observationnelles

Verheyden et al. : 51 patients AVC ; performance du tronc liée à équilibre, marche et fonction. La sous-échelle dynamique TIS ajoute une contribution aux modèles gait/fonction.

## Données interventionnelles

Haruyama et al. RCT, n=32 : 400 min de core stability améliorent TIS dynamique/total, bascule pelvienne active, Brief-BESTest, TUG et FAC.

Verticalité  
repères sensoriels

Centre de masse  
base d'appui

TRONC  
contrôle moteur  
+ stabilité lombo-  
pelvienne

Ajustements  
anticipatoires

Réponses  
compensatoires

Un déficit de contrôle du tronc perturbe simultanément l'équilibre assis/debout, les transferts de poids, les réactions à la perturbation et la marche.

# Exemple pratique : Le tronc dans le mécanisme de la marche hémiparétique

D'après la revue systématique : Van Criel et al., Gait & Posture 2017 : .

## Marche physiologique



contre-rotation  
thorax ↔ bassin

- Rôle fonctionnel dans la marche
- contrôle du centre de masse
  - transfert de charge vers le membre parétique
  - dissociation thorax-bassin et "pelvic step"
  - adaptation de la longueur du pas et de la vitesse

## Revue systématique

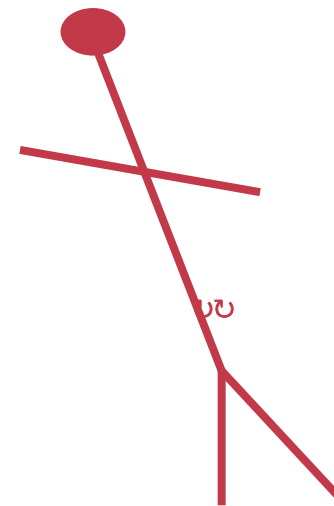
16 études incluses ; majorité des données = cinématique, moins de données sur cinétique et EMG.

AVC : déficit  
coordination / force / sensibilité

## Altérations post-AVC

Balancement médiolatéral ↑, mouvement sagittal du tronc inférieur ↑, rotation du tronc supérieur ↑, coordination thorax-bassin plus en phase.

## Marche hémiparétique post-AVC



oscillations médiolatérales ↑  
coordination plus "en phase"

## Accélérométrie

Asymétrie et instabilité du tronc discriminent patients et contrôles ; marqueur objectif de qualité de marche.

Implication pratique : renforcer n'est pas suffisant ; il faut entraîner la coordination sélective du tronc hors et dans des tâches de marche.

# Vers une combinaison des approches

April & al 2022 : RCT – RAGT (robotic assisted gait training) seule vs RAGT + rééducation robotisée équilibre/tronc

## Design de l'étude

- 36 patients AVC subaigu
- 25-180 jours post-AVC ; âge moyen 66 ans
- Groupe GG : G-EO gait training
- Groupe GTG : G-EO + Hunova, 3x/semaine

## Outcomes suivis

- BBS en critère principal
- MI, MAS, FAC, TUG, 6MWT, BI, TCT, Tinetti
- Paramètres Hunova : assis statique/dynamique, tronc et oscillations

## Modèle

- Tronc dynamique
- Oscillations yeux ouverts/fermés
- Intensification contrôlée
- Signal instrumental à confirmer
- Conscience corporelle

## Résultats observés

- Amélioration dans les deux groupes
- GTG : signal sur force/tone MI et paramètres dynamiques
- Moins d'oscillations du tronc

## Implication clinique

- Utiliser le travail du tronc comme adjuvant au gait training pour augmenter les bénéfices
- Cibler la qualité du contrôle postural, pas seulement la distance ou la vitesse



# Exercices du tronc multiplanaire + double tâche et travail sur le risque de chutes

Ahmed et al.2021 : RCT post-AVC — intensité, mouvements 3D et dual-task pour réduire le risque de chute

## Population

**84 patients randomisés**

74 suivis à 12 mois • âge moyen 61,7 ans

## Dose

**5 j/sem × 3 mois**

≈45 min tronc/séance +  
rééducation standard

## Contrôle du tronc

**TIS +7,74**

gain à 12 semaines, maintenu à 6  
et 12 mois

## Résultats de l'étude

- Le gain de TIS est conservé aux suivis 6 mois (+8,60) et 12 mois (+8,43).
- Chutes : 3 vs 11 patients à 6 mois ; 6 vs 17 à 12 mois
- Interprétation : meilleure automatisation du contrôle postural et transfert vers mobilité fonctionnelle.

## Discussion

- Raisonnement tronc → équilibre → marche → autonomie.
- Soutient les protocoles : statique, multidirectionnel, instable/réactif, double tâche.
- La mesure objective (TIS/BBS/TUG/10MWT/SIS-16) guide la dose, la difficulté et la progression.

# Silver Index

Prévenir les risques de chute par une évaluation rapide, objective et multifactorielle

## Population

- 100 sujets  $\geq 65$  ans inclus ; 96 suivis à 1 an
- 32 fallers (33 %) à 1 an
- Modèle : variables cliniques + mesures robotiques Hunova

## Résultat scientifique

- Clinique seule : AUC 0,67
- Robot seul : AUC 0,73
- Clinique + robot : AUC 0,81
- Gain principal : meilleure stratification du risque

## Silver Index - Hunova

### Évaluation robotisée

- 20 minutes d'évaluation
- 95 % Accuracy
- Mesure objective : CoP, tronc, appuis, réactions dynamiques
- Lecture quantitative pour prioriser le programme de prévention

## Standard clinical evaluations

### Évaluation clinique standard

- 2+ heures d'évaluation
- 81 % Accuracy
- Mesure opérateur-dépendante
- Échelles utiles mais moins sensibles aux stratégies dynamiques et compensations

**SILVER INDEX : prévenir le risque de chute en combinant dépistage clinique et mesures instrumentales, afin d'identifier les déficits réellement entraînables : stabilité dynamique, réactivité, tronc et appuis.**

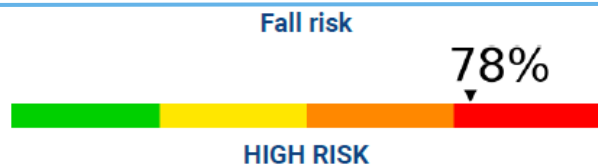
# Silver Index et risque de chute

Développement et validation d'un modèle prédictif multifactoriel

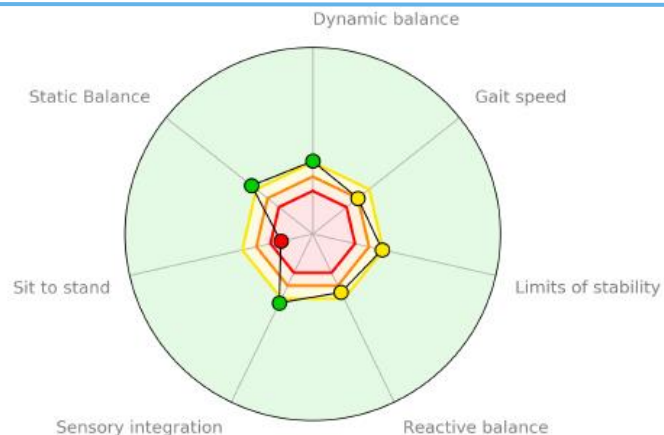


|                          |               |                   |                        |
|--------------------------|---------------|-------------------|------------------------|
| Name                     | Maria         | Birthdate         | 04/11/45               |
| Surname                  | Rossi         | Weight/Height/BMI | 52 kg / 163 cm / 19.57 |
| Sex                      | F             | Date of execution | 10/05/19               |
| Recent falls (last year) | More than one | Gait speed        | 0.6 m/s                |

Fiche patient  
Données cliniques  
(âge, fréquence de chute,  
vitesse de marche)



Score de risque de chute  
en fonction des données  
sur une population témoin



Echelle fonctionnelle et  
score détaillée sur les 7  
critères du SILVER INDEX

The graph shows the subject's positioning relative to the normality range in the functional areas that compose the Silver Index.

- normal value -> training not necessary
- value close to normality -> training advised
- value far from normality -> training recommended
- value very far from normality -> training necessary

Echelle normative suivant  
une population de  
référence et  
recommandations de travail

Predictive evaluation Report



# Index hunova® : évaluation et aide a la construction des séances

Panorama synthétique des INDEX et de leur intérêt clinique

## Silver Index

Sujets âgés / risque de chute.

Tests statiques, dynamiques, réactifs.

Combine variables cliniques + robotiques.

Aide à prioriser prévention et suivi.

## Knee Index

Post-opératoire genou / retour fonctionnel.

Mise en charge, asymétries,

Stabilité orthostatique et réactive.

Suivi pré/post et à distance.

## Dual task / TBI

Équilibre + tâche cognitive et motrice.

Attention, inhibition, coordination.

Pertinent TC, AVC, pathologies neuro.

Mise en situation proche ADL.

## Performance Index

Sport / réathlétisation.

Cheville, appui unipodal.

Comparaison intra-sujet.



# Your contact

**Pierre VIGNAUD**

[pierre.vignaud@dessintey.com](mailto:pierre.vignaud@dessintey.com)

+33 6 36 10 46 47

**Dessintey SAS**

Parc technologique Metrotech, bat. 6  
42650 Saint-Jean-Bonnefonds

[contact@dessintey.com](mailto:contact@dessintey.com)

[www.dessintey.com](http://www.dessintey.com)

# Van Criekinge et al. 2019 : entraînement assis

Revue systématique & méta-analyse — contrôle du tronc, équilibre et mobilité

Clinical Rehabilitation 2019 • PMID 30791703

## Type d'étude

**22 RCT**

394 participants post-AVC

## Recherche

**jusqu'à janv. 2019**

PubMed, PEDro, Cochrane, Web of Science...

## Coclusions :

- Confirme le rôle central du contrôle proximal dans la récupération post-AVC.
- Soutient une progression assis → debout → marche, avec transferts de poids et atteintes de cible.
- Cohérent avec le travail hunova® : quantification, instabilité contrôlée, feedback et adaptation de la difficulté.

## Question clinique : le tronc comme cible thérapeutique

- Objectif : déterminer si les exercices du tronc améliorent le contrôle proximal, l'équilibre assis/debout et la mobilité post-AVC.
- Approches incluses : core stability, reaching, weight-shift, PNF.
- Critères évalués : contrôle du tronc, équilibre assis, équilibre debout, gait/mobility.
- Intérêt : tester si un travail proximal peut produire un transfert distal et fonctionnel.

## Résultats principaux de la méta-analyse

- Effet important sur le contrôle du tronc : SMD 1,08 [0,96–1,31].
- Effet significatif sur l'équilibre debout : SMD 0,84 [0,04–0,98].
- Effet significatif sur la mobilité : SMD 0,88 [0,67–1,09].
- Les auteurs concluent à un niveau de preuve fort en faveur du trunk training sur ces dimensions.

## Revue Cochrane 2023 : entraînement du tronc après AVC

Trunk training following stroke - revue systématique Cochrane

### Périmètre de la revue

68 essais randomisés, 2 585 participants post-AVC.

Recherche bibliographique jusqu'au 25/10/2021.

Deux lectures : contrôle dose-matched vs non-dose-matched.

Critères : ADL, fonction du tronc, équilibre debout, marche, membres, qualité de vie.

### Pourquoi cela compte en MPR

Le déficit du tronc combine mobilité réduite, équilibre assis altéré, réactions posturales retardées et faiblesse/activation insuffisante.

Le tronc fournit la base stable pour les mouvements de la tête et des membres.

Il agit aussi dynamiquement lors des transferts, du reaching et de la marche.

### Retours cliniques principaux

Effet favorable sur fonction du tronc, équilibre debout, marche et qualité de vie.

ADL : bénéfice surtout visible lorsque le groupe contrôle n'a pas la même dose de thérapie.

Approches les plus représentées : core-stability, selective-trunk, unstable-trunk training.

### Lecture critique

Certitude des preuves souvent très faible à faible selon les critères GRADE.

Limites : hétérogénéité, risque de biais, petits effectifs pour certains outcomes.

À retenir : cibler le tronc, mais l'intégrer dans un programme neuro-moteur global et mesurable.

**Message congrès : la Cochrane soutient la cible 'tronc' en post-AVC, tout en imposant une lecture prudente du niveau de preuve.**

## Revue Cochrane 2023 : chiffres clés et translation clinique

Effets observés du trunk training et lien avec l'approche hunova®

**Dose-matched : même durée de thérapie**

Fonction du tronc

**SMD 1,03**

36 ECR - n=1217 - GRADE très faible

Équilibre debout

**SMD 1,00**

22 ECR - n=917 - GRADE très faible

Marche

**SMD 0,69**

19 ECR - n=535 - GRADE faible

Qualité de vie

**SMD 0,70**

2 ECR - n=111 - GRADE faible

### Implication pour hunova®

Transformer ces principes en protocole : assis/debout, instabilité, feedback, progression, double tâche.

Objectiver tronc, appuis et équilibre pour individualiser la dose et la difficulté.

Alignement clinique : tronc -> équilibre -> marche -> autonomie.

### Non-dose-matched : effet plus global

ADL : SMD 0,96 [0,69-1,24] - 5 ECR, n=283.

Fonction du tronc : SMD 1,49 [1,26-1,71] - 14 ECR, n=466.

Équilibre debout : SMD 0,57 [0,35-0,79] - 11 ECR, n=410.

Marche : SMD 0,73 [0,52-0,94] - 11 ECR, n=383.

### Prudence scientifique

Pas de différence claire sur événements indésirables graves ; intervalles de confiance très larges.

L'effet varie selon le type de trunk training et le temps post-AVC.

Ne pas conclure à une supériorité universelle : argumenter sur la personnalisation et la mesure.

**Message congrès : les effets sont cliniquement cohérents, mais l'enjeu est de prescrire la bonne dose, au bon moment, avec des paramètres objectifs.**

# Case studies - neurologie : intégration clinique

Tronc, équilibre et marche dans des profils neurologiques hétérogènes

| Cas           | Profil                                 | Protocole / objectifs                                                     |                                                                                                                                                                                     |
|---------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Parkinson     | 70 ans, H&Y IV                         | 10 séances ; assis/debout, tronc, posture, double tâche                   | FIM -23 %, locomotion +63 %, meilleur contrôle postural. → Gain compatible avec un meilleur contrôle axial/transferts, susceptible de réduire l'assistance en mobilité.             |
| ABI chronique | 20 ans, ABI chronique                  | 10 séances / 5 sem. ; cheville, bipodal/monopodal, dual task              | Vitesse de marche +20 %, ROM cheville +46 %. → Récupération combinant mobilité distale et contrôle postural, avec transfert fonctionnel vers la marche.                             |
| SCI chronique | 46 ans, ASIA A D11, 20 ans post-lésion | 20 séances / 10 sem. ; SBASCI, tronc/pelvis, membres supérieurs           | SBASCI 29 → 37,5 ; meilleur contrôle pelvis/tronc. → Gain de stabilité assise malgré chronicité, pertinent pour sécurité, fauteuil et autonomie.                                    |
| Cavernome/HOD | 59 ans, ancien joueur pro hockey       | 7 séances Hunova + PoNS ; équilibre, sensory integration, weight shifting | FGA 11 → 22 ; 6MWT 921 → 1627 ft ; 5STS +46 %. → Amélioration conjointe équilibre-endurance-transferts, cohérente avec meilleure intégration sensorielle et moins de compensations. |

Conclusion neurologie : les cas suggèrent que le gain mesuré n’est pas seulement un score ; il traduit une meilleure organisation posturale, une réduction des compensations et un transfert vers des tâches fonctionnelles.

## Case studies - traumatologie / orthopédie

Mise en charge, asymétrie, stabilité réactive et retour fonctionnel

### Arthroplastie du genou

24 patients après chirurgie robotisée du genou.

Groupe 1 : rééducation conventionnelle + 8 séances Hunova ; Groupe 2 : conventionnel seul.

Évaluation pré-intervention, pré-sortie et suivi 3 mois.

Résultats : groupe Hunova meilleur à 3 mois en stabilité orthostatique, sit-to-stand et équilibre réactif.

### Cheville / retour au sport

Cas d'instabilité chronique de cheville chez sportif.

Objectifs : appui unipodal, proprioception, mobilité, confiance.

Performance Index : 57 % → 74 % ; amélioration FAAM rapportée.

Utilité : exposer à des perturbations contrôlées avant reprise terrain.

### Stratégie de rééducation orthopédique avec Hunova

Objectiver l'asymétrie de charge et la qualité du passage assis-debout.

Passer de la stabilité bipodale à l'appui monopodal puis aux perturbations.

Travailler la cheville et le genou dans un contexte fonctionnel et sécurisé.

Utiliser les mesures pour décider du retour aux activités / sport.

### Conclusion générale traumatologie

Les cas soutiennent surtout l'intérêt d'une rééducation instrumentée du contrôle postural et de la mise en charge. Le niveau de preuve reste exploratoire hors RCTs spécifiques.

## Case studies - gériatrie : du dépistage à la prévention

Multifactoriel par nature : clinique + robotique + programme personnalisé

### 1. Dépister

Risque de chute et niveau fonctionnel.

Échelles : TUG, SPPB, Tinetti/POMA, vitesse de marche.

Paramètres Hunova : CoP, tronc, réponses dynamiques.

### 2. Cibler

Déficit statique, dynamique, réactif ou double tâche.

Dominante sensorielle : vision, proprioception, vestibulaire.

Tronc : oscillations et compensations.

### 3. Prévenir

Programme individualisé : force, équilibre, réaction, marche.

Progression sécurisée et mesurable.

Suivi et adaptation des objectifs.

### Exemple d'intégration Silver Index

Le cas post-AVC de 60 ans utilise les évaluations Silver Index pour identifier les zones déficitaires.

11 séances d'1 h ciblant équilibre statique/dynamique yeux ouverts/fermés et équilibre réactif.

Amélioration rapportée de la vitesse de marche de 50 % et des domaines équilibre dynamique.

### Conclusion générale gériatrie

Intérêt fort pour la stratification du risque et l'éducation thérapeutique.

Ne pas limiter le risque de chute à la force : intégrer cognition, vision, peur de tomber, iatrogénie et environnement.

Le dispositif aide à documenter le déficit mais doit s'inscrire dans un programme multifactoriel.

## Résumé 1/2 : ce que les données permettent de dire

Messages solides, messages prudents et questions ouvertes

### Ce qui est étayé

- Mesures robotiques complémentaires au bilan clinique.
- Pertinence des conditions dynamiques/réactives pour objectiver le risque et les compensations.
- Intérêt du tronc et du core stability pour équilibre, mobilité et marche.
- Possibilité de standardiser le suivi pré/post.

### Ce qui est prometteur

- Personnalisation plus fine des protocoles.
- Progression sécurisée vers tâches fonctionnelles complexes.
- Travail double tâche et transfert vers ADL.
- Utilisation interdisciplinaire MPR-kiné-recherche.

### Ce qui reste à confirmer

- Impact sur chutes réelles et maintien à domicile.
- Effets coûts-efficacité et organisation des soins.
- Protocoles optimaux selon pathologie/stade.
- Études multicentriques avec suivi long.

## À dire explicitement au congrès

**La preuve n'est pas homogène : l'argumentaire doit distinguer validation prédictive (Cella), efficacité pilote/RCT (De Luca, Aprile), synthèse méthodologique (Marchesi) et cas cliniques.**

Cela renforce la crédibilité : on ne vend pas une solution magique, on décrit un outil de mesure et de prescription plus objectivable.

La meilleure indication est celle où le déficit à travailler est mesurable : tronc, appui, équilibre dynamique/réactif, double tâche.

# Résumé 2/2 : études réalisées avec Hunova

Carte de lecture pour structurer la discussion scientifique

| Étude / source | Population                | Design             | Message principal                                                                        |
|----------------|---------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cella 2020     | Sujets âgés ≥65 ans       | Prospectif 1 an    | Clinical + robotic variables améliorent la prédiction de chute (AUC 0,81).               |
| De Luca 2020   | AVC chronique             | Pilot randomized   | Gains instrumentaux sur proprioception, équilibre réactif, instabilité et tronc.         |
| Aprile 2022    | AVC subaigu               | RCT simple aveugle | Trunk/balance robot + gait robot : signal instrumental, bénéfice clinique global nuancé. |
| Marchesi 2024  | Neurologie                | Scoping review     | Nécessité de protocoles tronc/core spécifiques, dosés, feedbackés et évalués.            |
| Case studies   | Neuro / ortho / gériatrie | Cas cliniques      | Illustrent l'intégration : objectifs, sélection des exercices et suivi des gains.        |

## Utilisation pratique du tableau

Pour chaque patient, choisir d'abord la question clinique (risque, tronc, appui, marche, retour sport), puis l'index ou le protocole adapté, puis l'outcome de suivi.