

Démarches d'évaluation des dispositifs de réalité mixte (RV & RA) lors de l'étude de la **perception d'affordances**

© Cyril FRESILLON / ISM / CNRS Images



Antoine Morice

UMR 7287 CNRS & Aix-Marseille Université

Institut des Sciences du Mouvement Etienne-Jules MAREY

Démarches d'évaluation des dispositifs de réalité mixte (RV & RA) lors de l'étude de la perception d'affordances

Biblio

Basketball

- Soltani, P., **Morice AHP.** (2023) A multi-scale analysis of basketball throw in virtual reality for tracking perceptual-motor expertise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 33:2, 178-188 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/sms.14250>
- **Morice, A.H.P.**, I. Hadatine and J. Marot, (2023) *A Framework for Optimizing AI-Based Virtual Reality: A Use Case in Sport Sciences*, 2023 IEEE 25th International Workshop on Multimedia Signal Processing (MMSP), Poitiers, France, pp. 1-6, doi: 10.1109/MMSP59012.2023.10337657.
- Soltani, P., & **Morice, A.H.P.** (2022). *Using virtual reality for the identification of expertise*. 13th International Congress on Sport Sciences, March 7-9, 2022, Tehran, Iran.
- **Morice, A.H.P.**, Soltani, P., (2023) Getting past basketball defender is not just a matter of size, European College of Sport Sciences (ECSS) Paris 2023, 4 – 7 July
- **Morice, A.H.P.**, Soltani, P., (2021). *Tracking expertise in visual information pickup when throwing basketball using virtual reality*, XIX^{ème} Congrès International de l'ACAPS, Montpellier, France

Helicopter Ship Landing

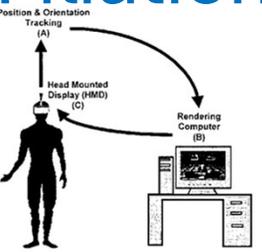
- Thomas, M., J.M., Serres, J.R., Rakotomamonjy, T., Ruffier, F. and **Morice AHP.** (2023) *Visual augmentation of deck-ability improves decisions for helicopter ship landing decisions*, *Scientific Reports* **13**, 5119 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26770-2>
- **Morice AHP**, Rakotomamonjy T, Serres JR, Ruffier F (2021) Ecological design of augmentation improves helicopter ship landing maneuvers: An approach in augmented virtuality. *PLoS ONE* 16(8): e0255779. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255779>
- Thomas, M., José M. Pereira Figueira, J.M., Serres, J.R., Rakotomamonjy, T., Ruffier, F. and **Morice, A.H.P.** (2021) Helicopter Pilots Synchronize Their Altitude with Ship Heave to Minimize Energy When Landing on a Ship ' s Deck, *The International Journal of Aerospace Psychology*, 31:2, 135-148, <https://doi.org/10.1080/24721840.2020.1862659>

Driving

- Dubuisson, E., **Morice, A.H.P.**, Ecological Interface Design for assisting car turn-based alignment manoeuvres in augmented virtuality, Proceedings of DSC 2022 Europe^{VR} Driving Simulation Conference & Exhibition, Strasbourg, France.
- Marti, G., Morice, A.H.P. & Montagne, G. (2015) Drivers' decision-making when attempting to cross an intersection results from competition between affordances, *Frontiers in Human Neurosciences*, 8:1026, doi: 10.3389/fnhum.2014.01026
- Basilio N., Morice, A.H.P., Marti, G., Montagne, G. (2015) High and low order overtaking-ability affordances: Drivers rely on the maximum velocity and acceleration of their cars to perform overtaking maneuvers. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 57 (5), 879-894, doi:10.1177/0018720815583581
- Morice, A.H.P., Diaz, G.J., Fajen, B.R., Basilio, N., Montagne, G. (2015) An affordance-based approach to visually guided overtaking, *Ecological Psychology*, 27(1), 1-25, doi:10.1080/10407413.2015.991641

Evaluer la validité d'un dispositif de Réalité Mixte

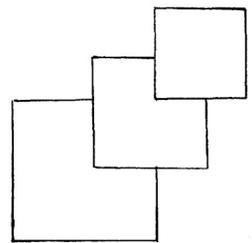
Filiations et distinctions entre RV et RA



3 composants matériels



La réalité mixte est « ... quelque part entre les extrêmes du continuum »
 (Milgram, Kishino, 1995)



Problématiques perceptives communes

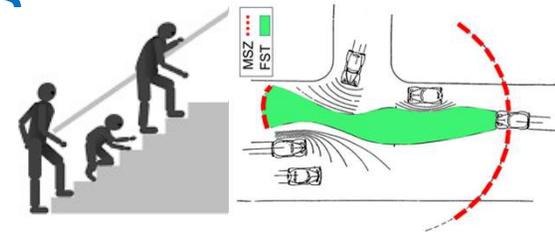
Principe	Réalité Augmentée ^R « Améliore la réalité » (Rekimoto and Nagao, 1995)	Réalité Virtuelle ^R « Remplace la réalité » (Milgram, Kishino, 1995)
Dispositif emblématique		
Rendu graphique	Rendu graphique minimaliste	Nécessite des images réalistes
Périphérique d'affichage	Non-immersif, petit champ de vision	Immersif, grand champ de vision
Capture et asservissement	La + grande précision d'asservissement possible	Précision d'asservissement faible à moyenne ✓

(Billinghurst, 2018)

Evaluer la validité d'un dispositif de Réalité Mixte

Problématique : perception des affordances

Affordance : Perception directe (Gibson, 1977) des possibilités d'action offertes par l'environnement qui sont spécifiques aux capacités d'action d'un individu



En sport, les feintes de mouvement peuvent être étudiées comme la production d'affordances trompeuses qu'un adversaire est invité à utiliser

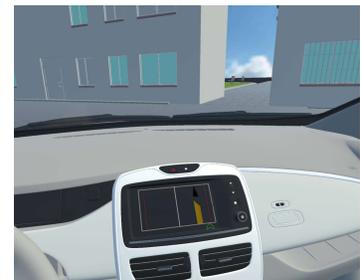
(Ramsey, et coll. 2022)



RV
⇒ Permettre de percevoir les affordances

Dans les transports, la perception d'affordances conditionne le succès des manoeuvres

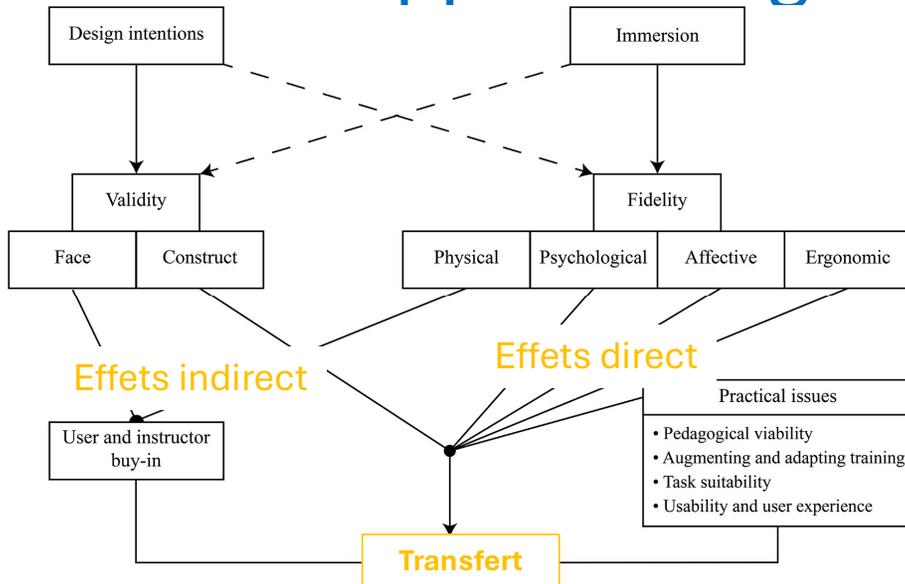
(Fajen, 2005)



RA
⇒ Augmenter la perception par la visualisation des affordances

Evaluer la validité d'un dispositif de RV

Transfert d'apprentissage : Validité et Fidélité



Validité : degré de représentation du réel

- « *Validité apparente* » (« *face validity* ») ⇒ Expérience d'immersion
- « *Validité de construit* » (« *construct validity* ») ⇒ Performance dans la tâche

Fidélité : degré de reproduction/ressemblance du réel

- « *Fidélité Physique* » ⇒ Niveaux de détails, réalisme graphique
- « *Fidélité psychologique* » ⇒ Processus cognitifs
- « *Fidélité Affective* » ⇒ Etats, émotions
- « *Fidélité Ergonomie et Biomécanique* »

⇒ Comportements & Mouvements

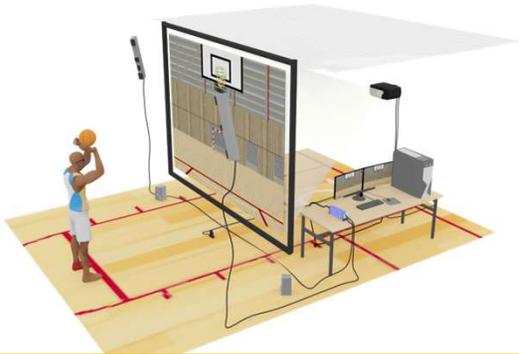
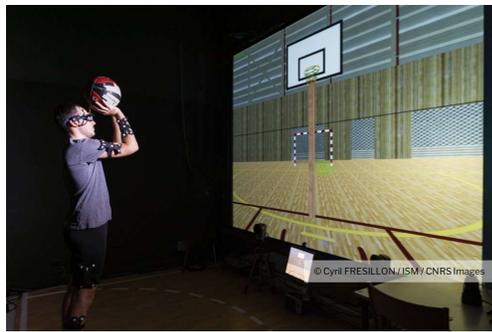
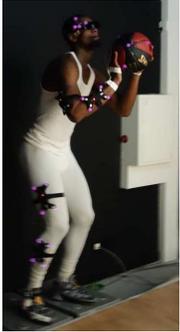
Intérêt de la RV = Transfert d'apprentissage

- ⇒ Validité et Fidélité en RV le conditionnent
- ⇒ Choix de conception
- ⇒ Capacités des technologies

(Harris et coll., 2020)

Evaluer la validité d'un dispositif de RV

Adresse lors du lancer au basketball



Une installation unique au monde

- Pour des lancer les + naturels possibles
- Pour accueillir les joueurs les plus experts
- Pour des tirs à 4.5m (lancer-francs) \pm 1m
- Pour détecter l'expertise en adresse et au duel

Recherche fondamentale

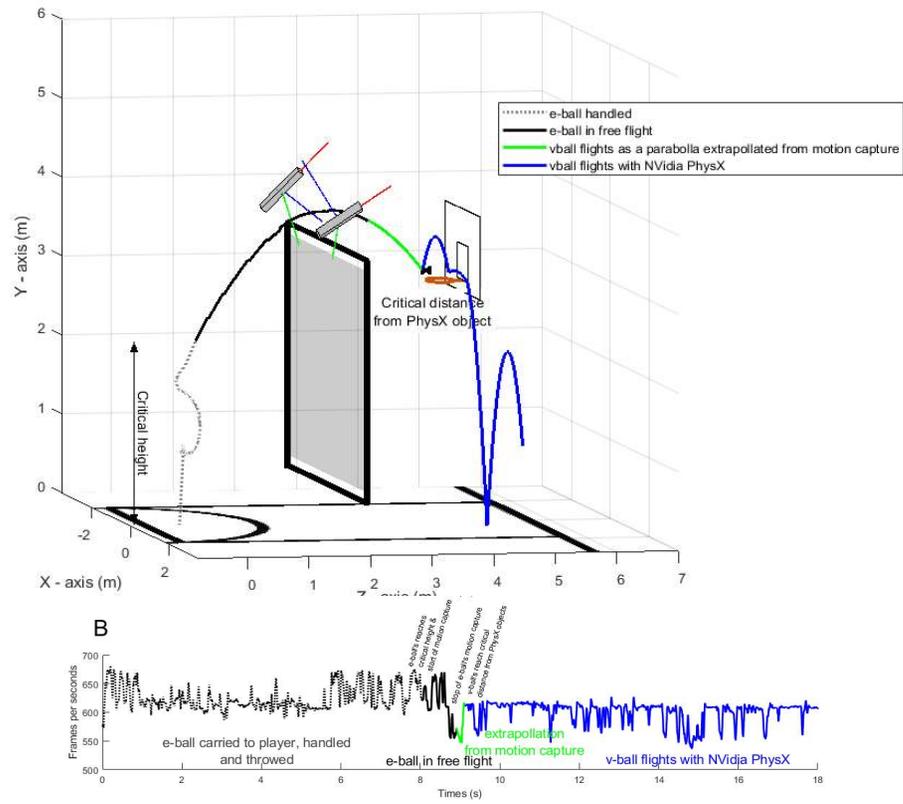
- **Couplage perception-action**
 - Variables optiques
 - Stratégies perceptivo-motrices
- **Modélisation Pluridisciplinaire**
 - Support social de l'entraîneur et/ou de la foule
 - Biomécanique du mouvement de lancer

Recherche appliquée

- Certification d'expertise
- Capture du mouvement humain et Instrumentation aux limites
- Développement de nouveaux outils de RV & RA pour l'apprentissage

Evaluer la validité d'un dispositif de RV

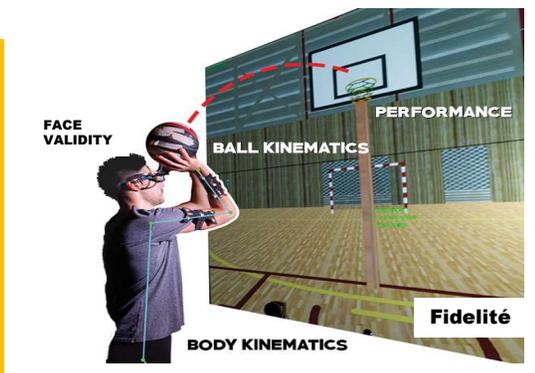
Adresse lors du lancer au basketball



Spécificités demandant une évaluation de la validité

Niveaux d'analyse pour valider un tel simulateur

- *Fidélité physique*
 - ⇒ Environnement virtuel
 - ⇒ Balle
 - ⇒ Trajectoire & Impact
- *Validité d'apparence*
 - ⇒ Ressenti des joueurs
- *Validité de construit & Fidélité psychologique*
 - *Panier-balle*
 - ⇒ taux de réussite
 - ⇒ atterrissage de la balle dans le panier
 - *Balle-joueur*
 - ⇒ Vitesse d'éjection
 - ⇒ Angle d'éjection
 - *Joueur*
 - ⇒ Angles et vitesses angulaires inter-articulaires



Evaluer la validité d'un dispositif de RV

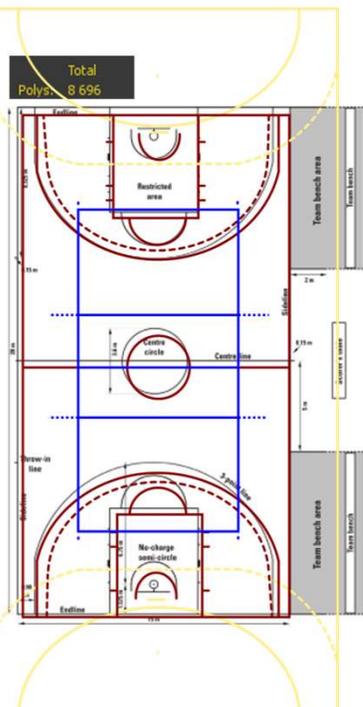
Adresse lors du lancer au basketball

« **Physical fidelity** »

⇒ degré de détails et de réalisme

💡 Jumeau numérique gymnase

Total
 Polys: 23 917
 Tris: 28 250
 Verts: 18 195



💡 Poids, Taille & forme de la balle instrumentée



Flat Reflective marker
 Qualisys
 USB connector
 Codamotion
 Active markers
 Codamotion

Poids = 619 gr. (567 < FIBA < 650 gr.)
 Numérisation de tous les détails

- Ø = 11.86 cm (11.92 < FIBA < 12.41 cm)
- déviations de la sphère de 24 cm = 0.6 ± 0.5 mm

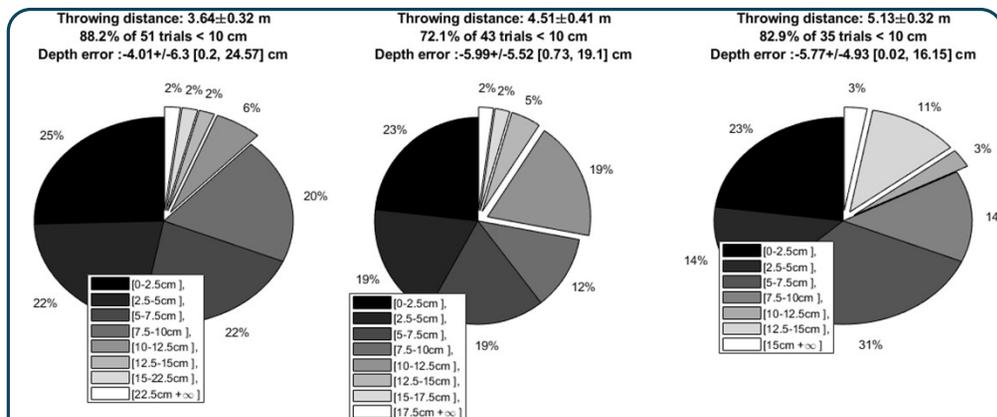
Evaluer la validité d'un dispositif de RV

Adresse lors du lancer au basketball

« Physical fidelity »

⇒ degré de détails et de réalisme

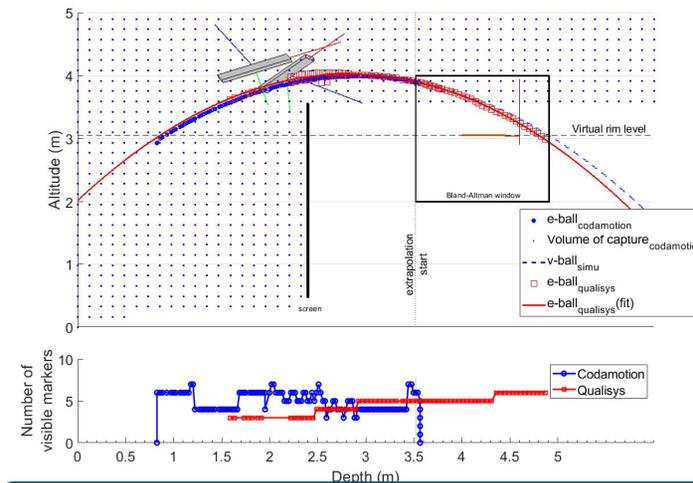
Atterrissage de la balle virtuelle



Comparaison de l'atterrissage de la balle virtuelle avec la trajectoire réelle mesurée par un système tiers

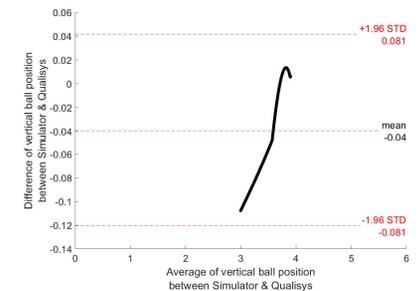
- Erreurs profondeur > largeur
- < 2.5 cm dans 23%
- < 10 cm dans 81% (marge d'erreur tolérable)

Trajectoire de la balle virtuelle



Analyse de Bland-Altman (Simulateur vs. Qualisys)

- Pas d'erreur systématique significative (mesure ICC moyenne de 0,996, IC 95 % = 0,866 - 0,999)
- RMSE entre les altitudes réelles et simulées = 0.04 ± 0.02 m



Evaluer la validité d'un dispositif de RV

Adresse lors du lancer au basketball

« Face validity »

⇒ degré d'adhésion

💡 Questionnaire

- 6 joueurs professionnels (Pro-A)
- 31 questions
- Echelle de Lickert à 5 catégories
- Après 1h30 de pratique sur simulateur

Specify your level of agreement to the following statements by marking a vertical line on the continuous line between the left end corresponding to "strongly disagree" and the right end corresponding to "strongly agree".

Impressions about the general aspect of the simulator

The mass of the ball is similar to the one of an official basketball ball
Strongly disagree ————— Strongly agree

The size of the ball is similar to the one of an official basketball ball
Strongly disagree ————— Strongly agree

The texture of the ball is similar to the one of an official basketball ball
Strongly disagree ————— Strongly agree

The balance of the ball is similar to the one of an official basketball ball
Strongly disagree ————— Strongly agree

The ball visually looks like an official basketball ball
Strongly disagree ————— Strongly agree

The ball looks like an official basketball ball from an auditory point of view
Strongly disagree ————— Strongly agree

e-ball perçue comme règlementaire (87%)

simulateur permet une bonne immersion (61%)

Simulateur pas dérangeant (79%)

Simulateur permet une interaction naturelle (57%)

Simulateur intéressant pour la formation (54%)

Simulateur bien perçu par les joueurs professionnels (N = 6)

Impressions about the general aspect of the simulator
The mass of the ball is similar to the one of an official basketball ball

The mass of the ball is similar to the one of an official basketball ball

The dispositif as a whole recreate the official game conditions

Impressions about the immersive capability of the simulator
You were so concentrated that you lost time consciousness

You were so concentrated that you lost time consciousness

Impressions on the performances of the simulator
The device enabled you to control the events

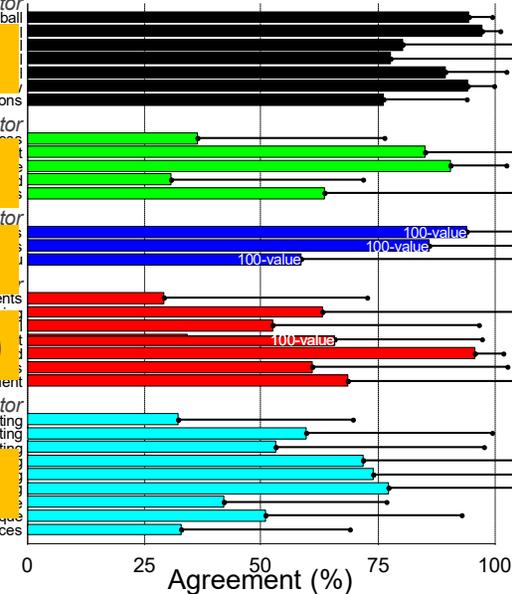
The device enabled you to control the events

At the end of the experiment, you mastered your movements and interactions with the virtual environment

Impressions on the interest of the simulator
This simulator is a useful device to a complete training to free-throw shooting

This simulator is a useful device to a complete training to free-throw shooting
This simulator is a useful device to a specific training of some aspects of free-throw shooting

This simulator can become a useful device for training the gooder techniques
This simulator enabled you to learn new techniques to improve your performances



Evaluer la validité d'un dispositif de RV

Adresse lors du lancer au basketball

« Construct validity »

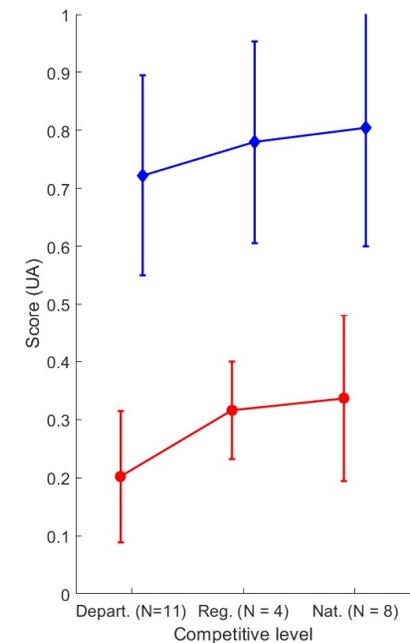
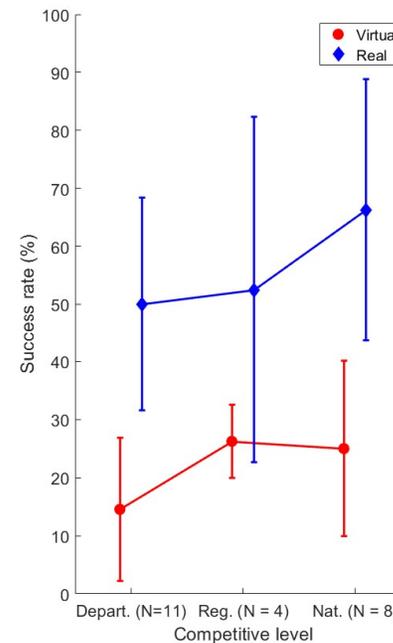
⇒ degré de représentation de la tâche réelle

💡 Distinguer Experts vs. Novices



Difficile de capturer la performance en conditions réelles

- markerless mocap
- /!\ colorimétrie



Experts > novices

- En réel (65 ± 17 vs. 26 ± 19%)
- En RV (50 ± 32 vs. 20 ± 36%)

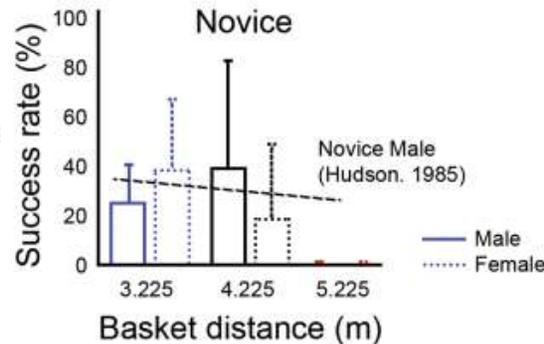
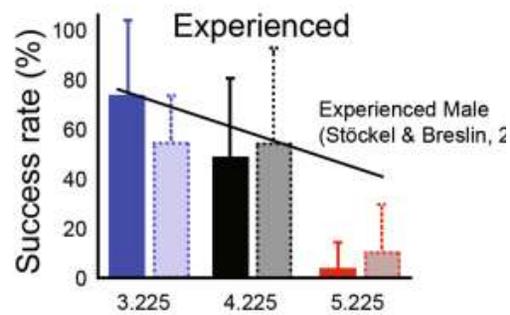
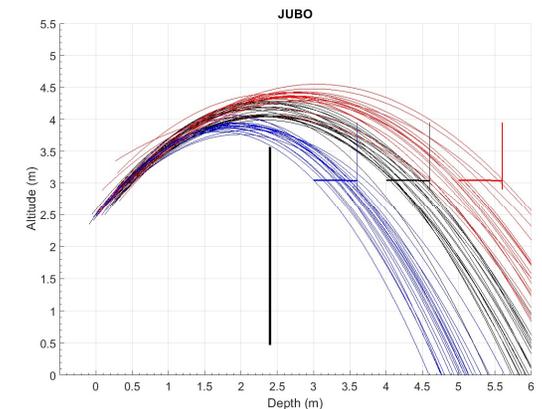
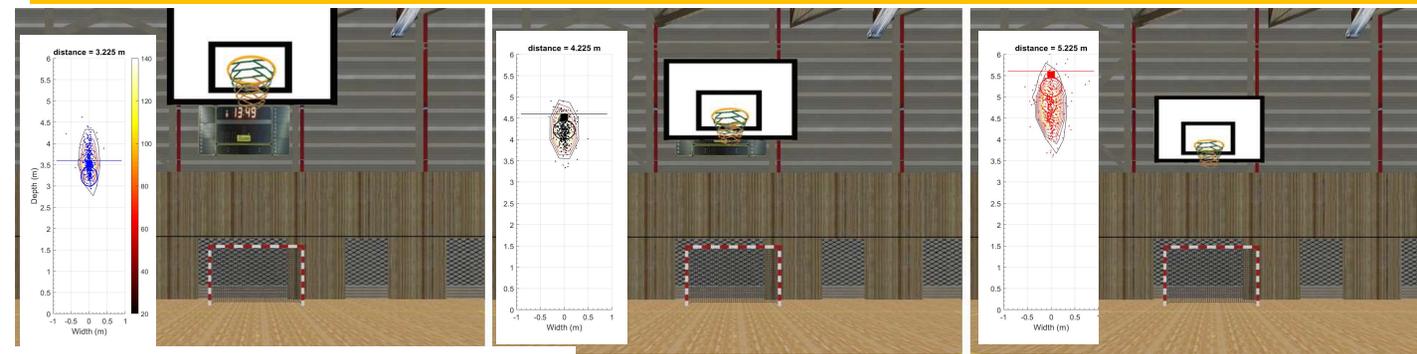
Evaluer la validité d'un dispositif de RV

Adresse lors du lancer au basketball

« Validité Psychologique »

⇒ Ajustement du tir en fonction de la manipulation de la distance au panier

💡 Taux de réussite



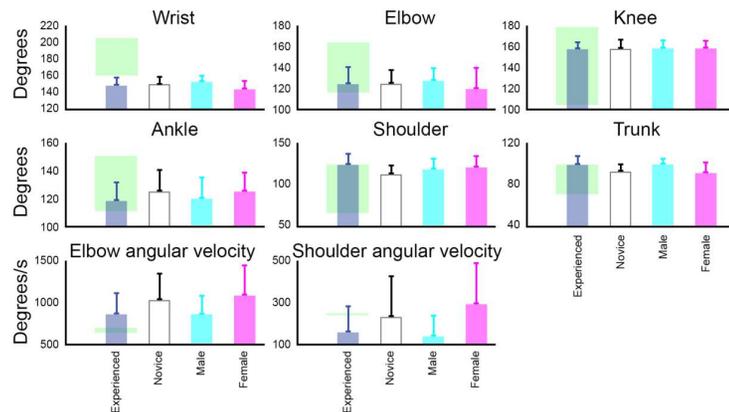
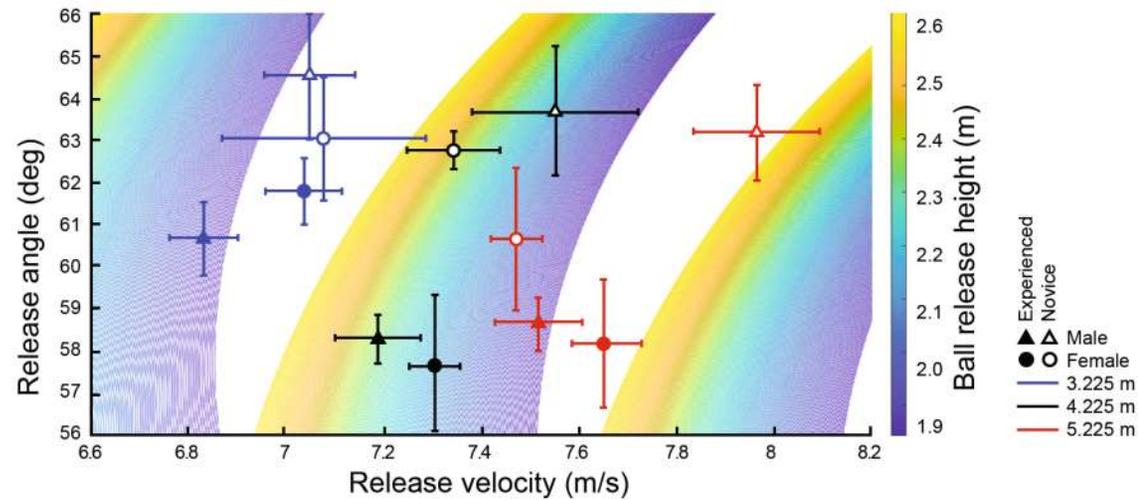
Distance

- Taux de réussite 3.225 > 4.225 > 5.225 m

Evaluer la validité d'un dispositif de RV

Adresse lors du lancer au basketball

« **Ergonomic/Biomechanical validity** »
⇒ Reproduction de mouvements naturels
💡 Ejection de la balle instrumentée
💡 Cinématique Inter-articulaire



Vitesse et Angle de lâcher du ballon

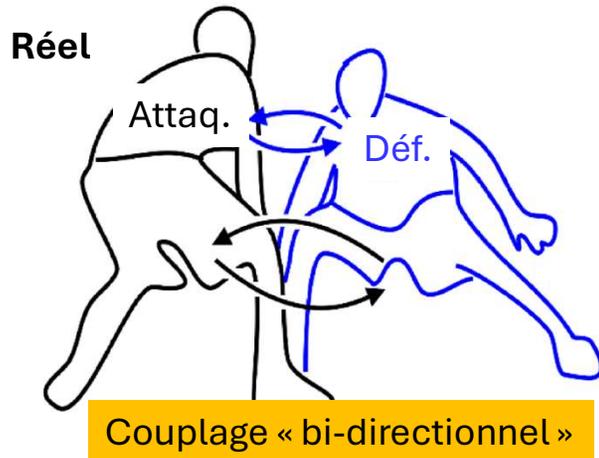
- Fidèles aux simulations numériques
(Gablonsky and Lang, 1997)

Modification de la vitesse et de l'angle de lâcher du ballon

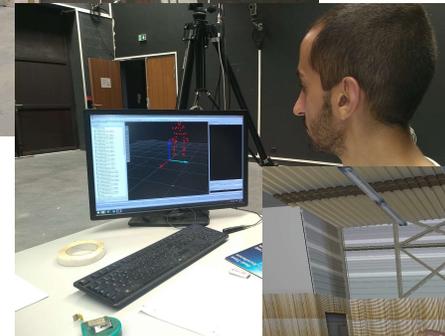
- en fonction de la distance du panier.
- En fonction du genre (angle ♂ > ♀)

Evaluer la validité d'un dispositif de RV

Duels lors du lancer au basketball



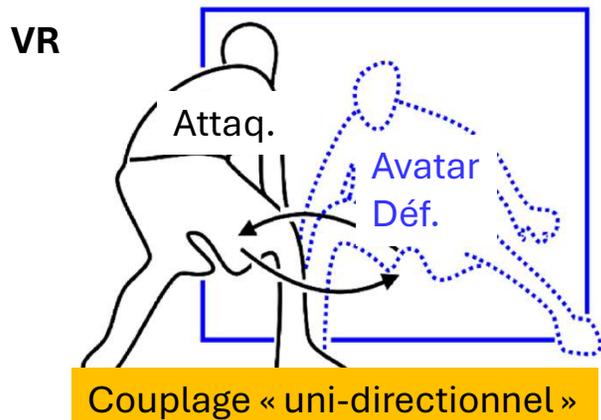
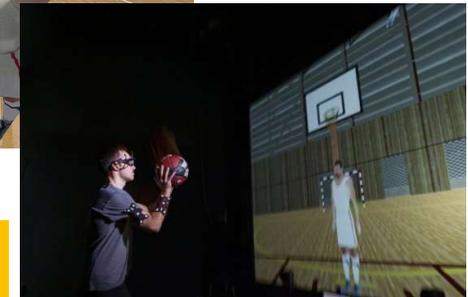
Capture du mouvement



Labélisation & Reconstruction



Animation



Problème : étude de la réponse du joueur au déclenchement de l'animation d'un avatar

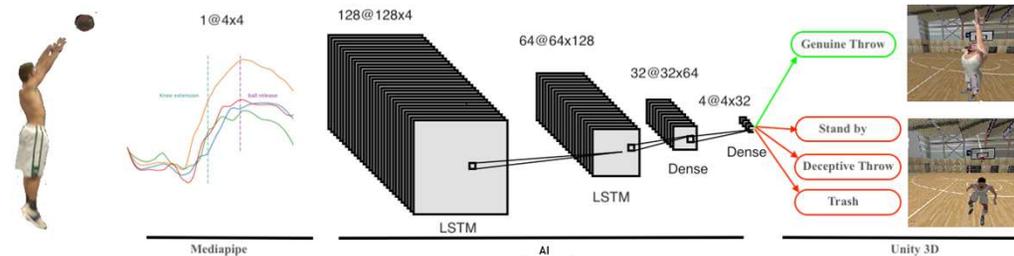
Evaluer la validité d'un dispositif de RV

Duels lors du lancer au basketball

« Construct validity »

⇒ degré de représentation de la tâche réelle

💡 Avatar de défenseur « Intelligent »



Assemblage de réseaux de neurone avec 2 critères contradictoires

⇒ Bon taux de reconnaissance des mouvements

⇒ Temps-réel

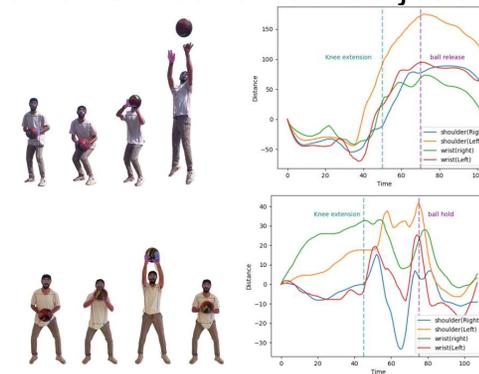
Pipelines	Landmarks	Dimensions	LSTM	Dense	Number of Parameters	Computation time (s.)	Recognition
Optimized	4	1 (y)	2	2	119,716	16 10^{-3}	✓
Heavy	32	4 (x,y,z,v)	3	3	205,028	31 10^{-3}	✓
Dirty	32	4 (x,y,z,v)	4	4	2,361, 780	41 10^{-3}	✗

1. Capturer le Mouvement (MediaPipe, Google inc.)



Eviter les délais de transmissions, tout faire en python

2. Classifier le mouvement du joueur



Détecter les invariants comportementaux de la feinte et du tir

3. Choisir « intelligemment » dans une bibliothèque d'animation

1. Ne rien faire en cas de feinte du joueur
2. S'opposer dans le cas d'un tir réel

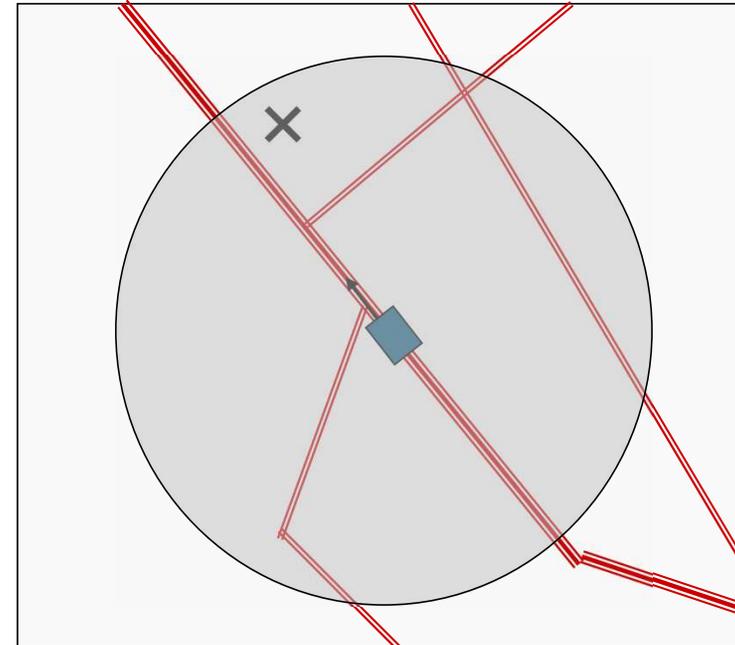
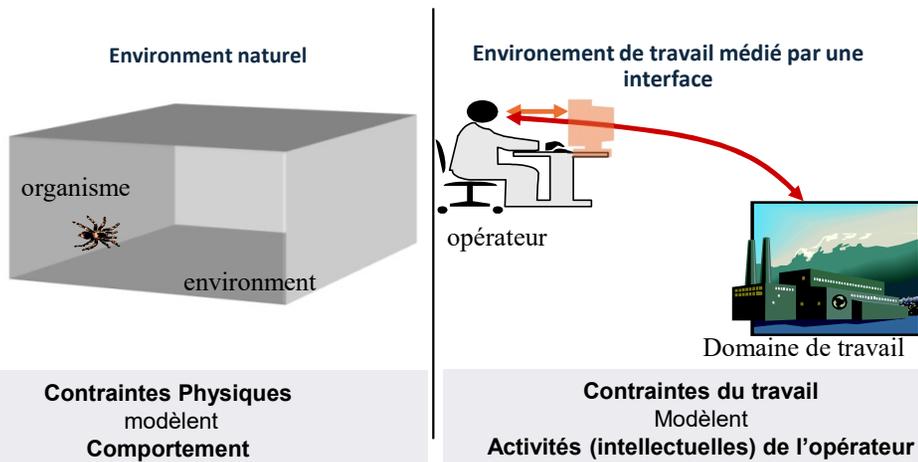
Evaluer la validité d'un dispositif de RV

Adresse & Duels lors du lancer au basketball

- Perception d'affordance ("*possibilités de lancer le ballon et de marquer*") et la "*possibilité de marquer sans être contré*" en présence d'un adversaire)
 - ⇒ Nécessitent évaluation de la *validité* et de la *fidélité*
 - ⇒ Garantir le *transfert*
 - ⇒ Garantir l'observation des phénomènes naturels
- *Validité* et *Fidélité* sont extrêmement dépendant des choix technologiques dès que l'habileté motrice est fine (en sport), la dynamique complexe (en aéronautique)
- Evaluation de la *validité* et de la *fidélité* nécessitent plusieurs niveaux d'analyse, complexes à mettre en oeuvre

Evaluer la validité d'un dispositif de RA

Bénéfices et effets délétères : Validation



Une augmentation visuelle permettant la perception directe des contraintes doit maximiser les bénéfices

Intérêt de la RA = Augmenter le couplage information-mouvement
⇒ Analogie de l'« écologie du travail » par rapport à la niche écologique d'un organisme vivant
⇒ Postulat d'une perception directe des organismes
⇒ Contraintes perçues grâce aux affordances

(Vincente et Rasmussen, 1990)

Evaluer la validité d'un dispositif de RA

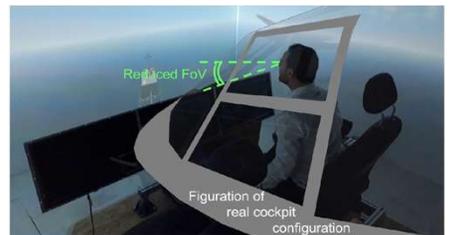
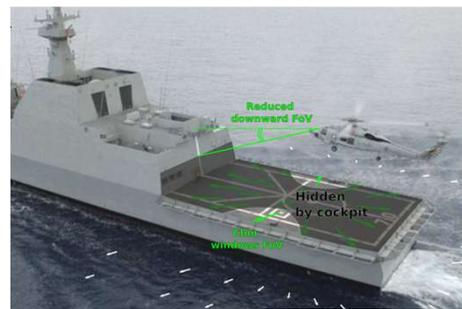
Visualiser les affordances en RA (aéronavale)



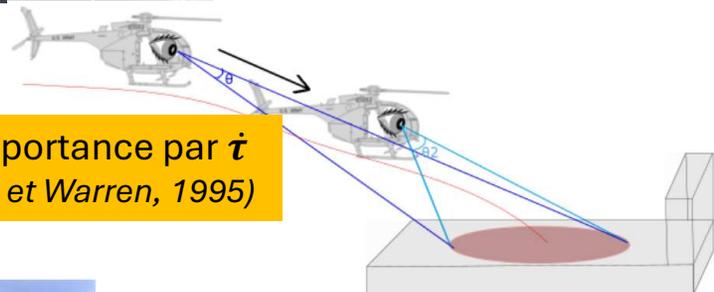
Appontage d'un hélicoptère sur une frégate ballottée par les flots :

- Secours civils, défense
- Contrôle de la portance, roulis, pilonnement
- Peu d'informations visuelles naturelles
- 80% Accidents (Casse matérielle, blessures) = erreur/défaillances humaine (Henry, 2010)
 - Mauvais jugement de la situation
 - Mauvaise Décision d'appontage

Occlusion du champ de vision



Régulation de la portance par $\dot{\tau}$ (Lee, 1976 ; Yilmaz et Warren, 1995)



Minimisation de E_{impact} (US Navy, NATOPS Flight Manual, 2004)

Evaluer la validité d'un dispositif de RA

Visualiser les affordances en RA (aéronavale)

Simulateur

- simulateur PycsHel
- CAVE (ONERA Salon de Provence)



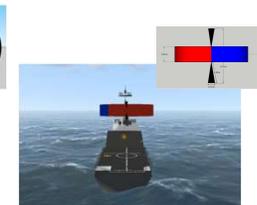
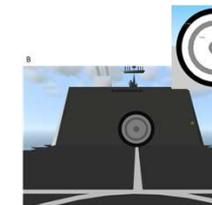
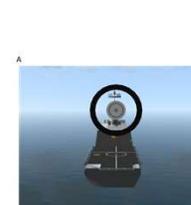
Tâche

- Novices
- Contrôle simplifié en **vitesse**
- Objectifs : ↗ vitesse de manœuvre, ↘ vitesse à l'**impact**



Variables indépendantes

- Difficulté (i.e., Mvt de Pilonnement)
- Augmentation visuelles

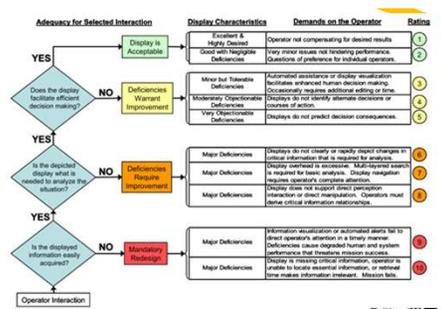


Replication (τ)

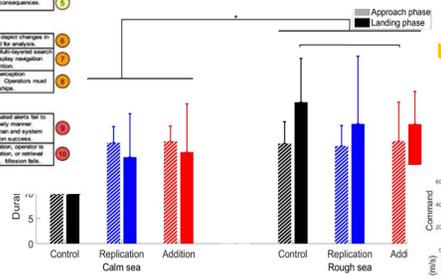
Evaluer la validité d'un dispositif de RA

Visualiser les affordances en RA (aéronavale)

Validité apparente (Cooper-Harper)

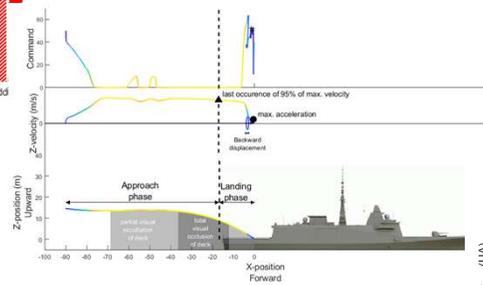


Performance

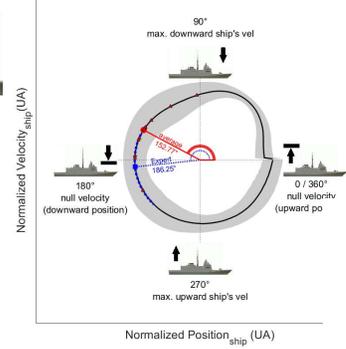


Validation des bénéfices de la RA par imbrication de différents niveaux d'analyse

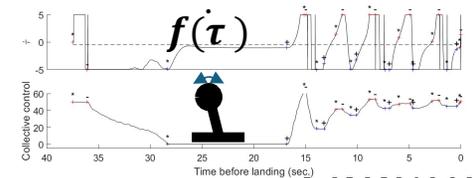
Sollicitation moteurs



Moment du posé



Acuité perceptive

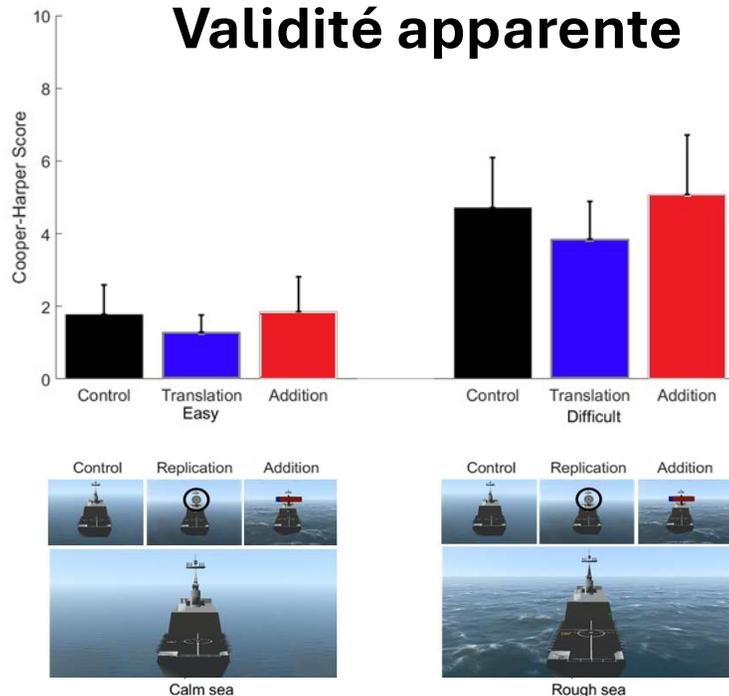


Chaque niveau d'analyse renseigne sur le mécanisme impliqué dans le bénéfice potentiel

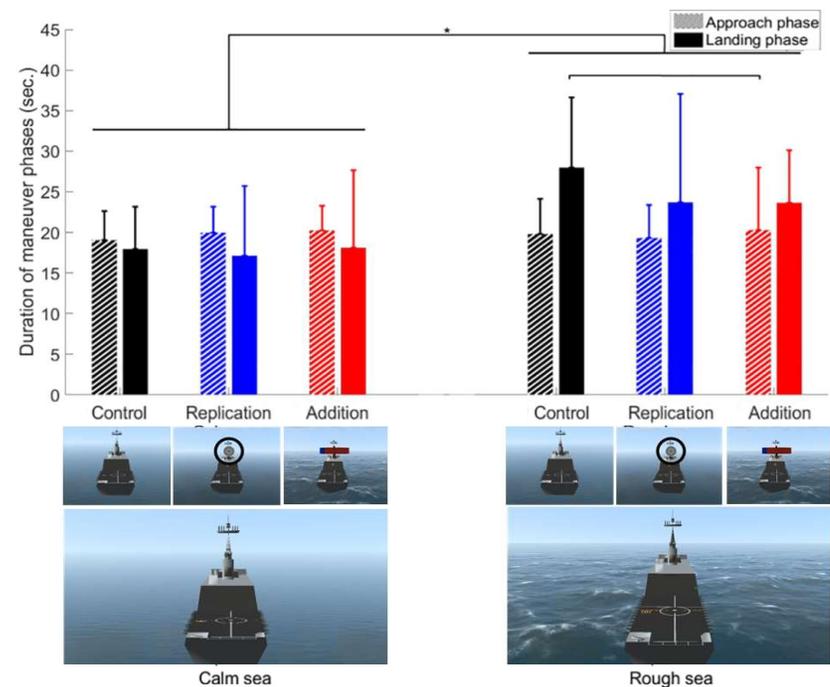
Evaluer la validité d'un dispositif de RA

Visualiser les affordances en RA (aéronavale)

Validité apparente



Performance



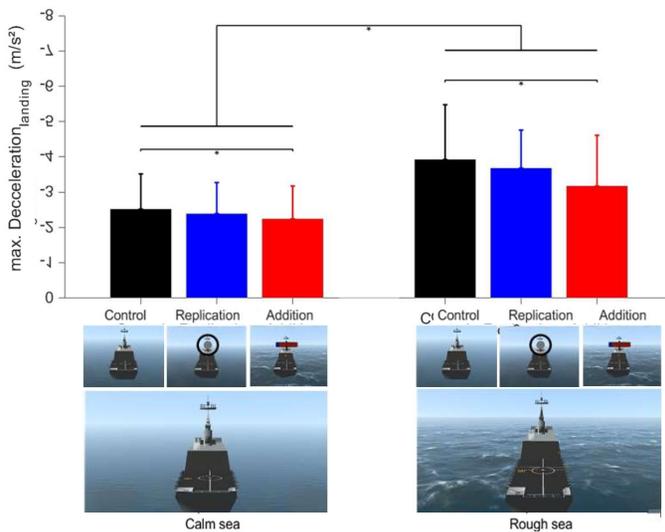
- *Facile < Difficile*
- RA Replication = facilitante

- *Facile < Difficile*
- RA Addition = + rapide

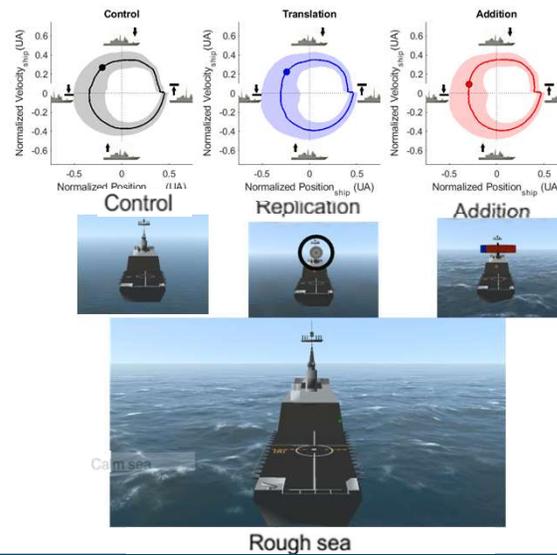
Evaluer la validité d'un dispositif de RA

Visualiser les affordances en RA (aéronavale)

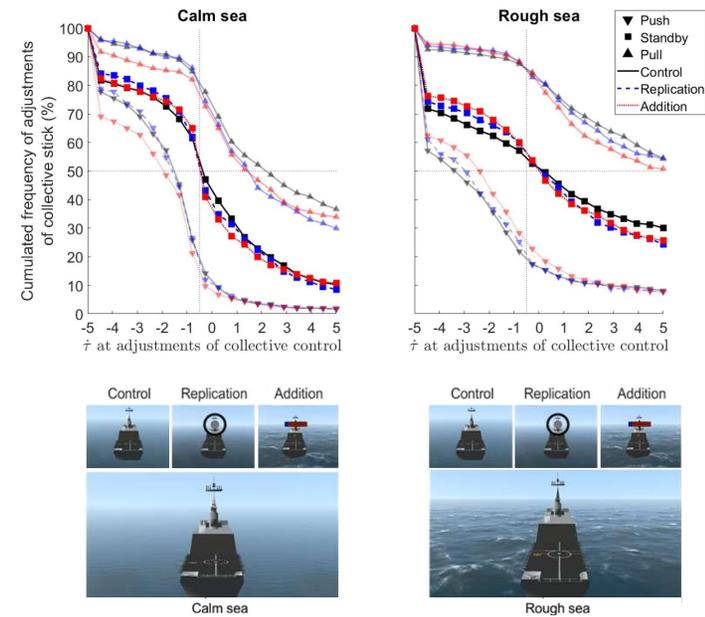
Sollicitation moteurs



Moment du posé



Acuité perceptive



Diminution de la sollicitation des moteurs

Amélioration de la phase relative du poser

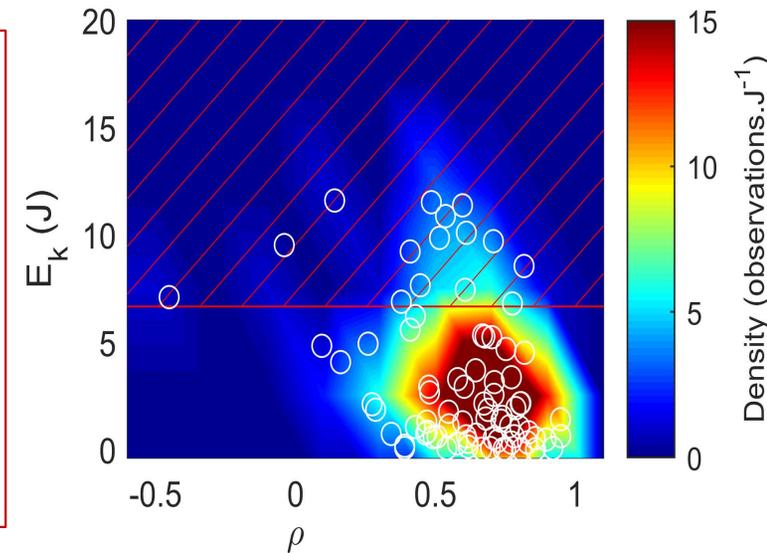
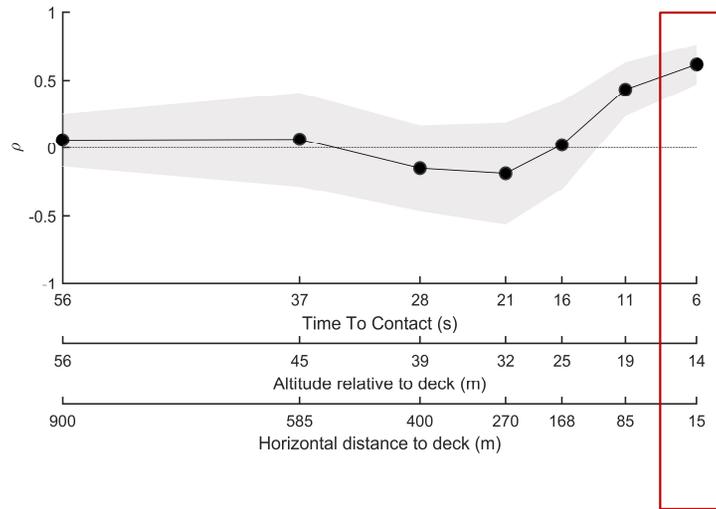
Amélioration de la sensibilité aux variations de $\dot{\tau}$

Evaluer la validité d'un dispositif de RA

Visualiser les affordances en RA (aéronavale)



Simulateur immersif
Pilotes experts



Pilotes experts se synchronisent avec le pont dans la phase de stationnaire et poser

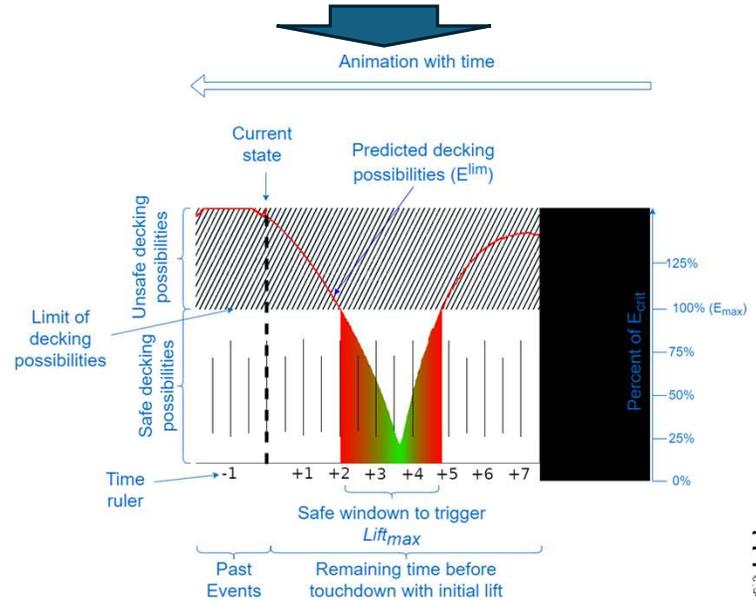
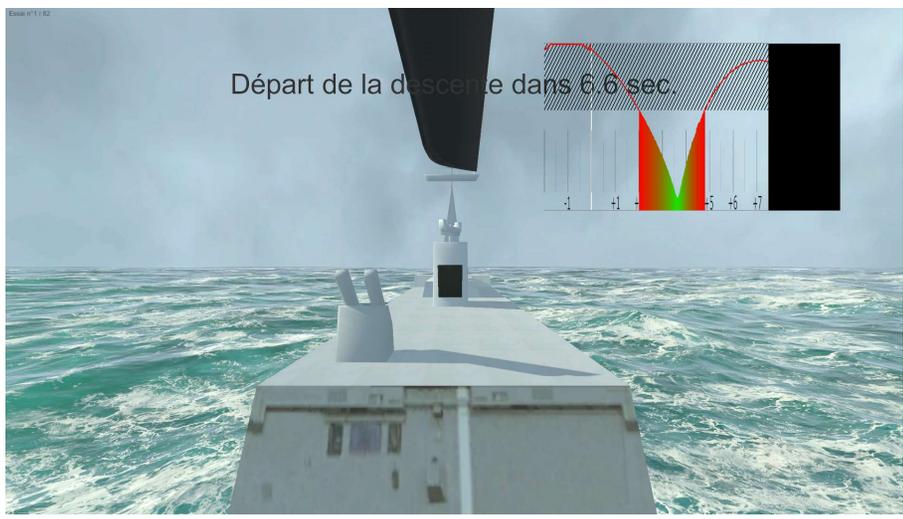
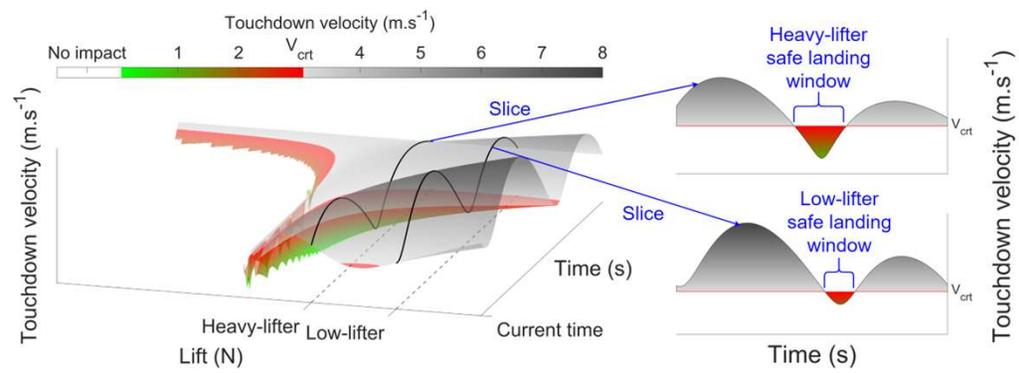
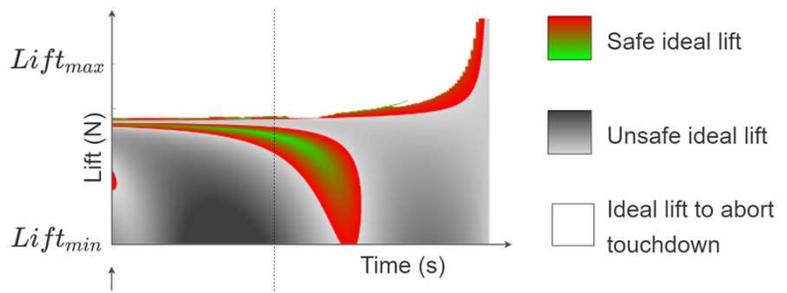
⇒ Se placer dans des conditions favorables avant de déclencher le poser (annuler la vitesse relative) & Explorer les propriétés d'oscillation du pont (mouvements exploratoires)

⇒ dans un **but fonctionnel** : plus forte synchronisation = $\searrow E_{\text{impact}}$

21/06/2024

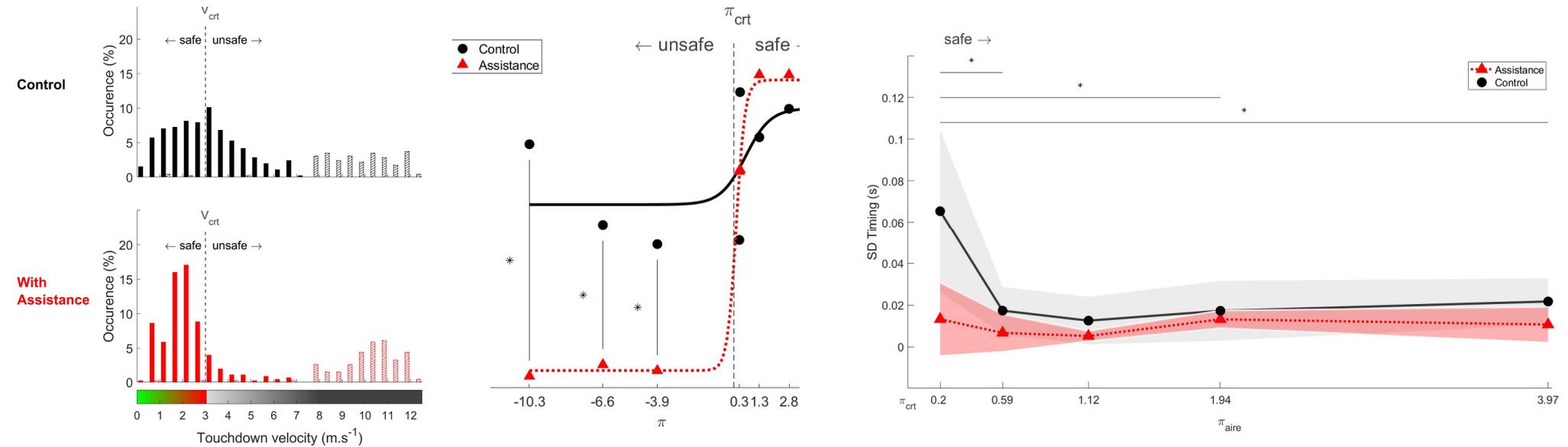
Evaluer la validité d'un dispositif de RA

Visualiser les affordances en RA (aéronavale)



Evaluer la validité d'un dispositif de RA

Visualiser les affordances en RA (aéronavale)



- Augmentation visuelle maximise les appontages possibles ($E_{\text{impact}} < V_{\text{crit}}$) et minimise les appontages impossibles ($E_{\text{impact}} > V_{\text{crit}}$)
- Augmentation visuelle diminue la variabilité du timing de l'appontage et permet la convergence vers un timing optimum

Evaluer la validité d'un dispositif de RA

Visualiser les affordances en RA (aéronavale)



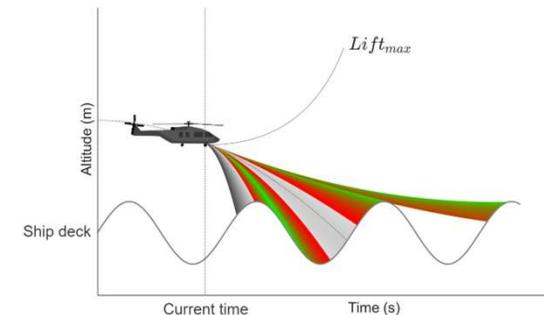
UseCase

- ⇒ Appontage en hélicoptère non assisté
- ⇒ Gestion de la portance
- ⇒ Améliorer la prise de décision, Favoriser le couplage



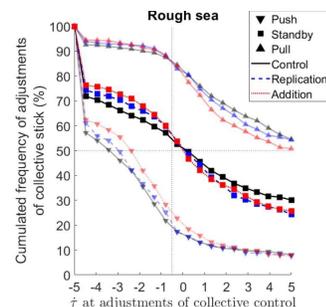
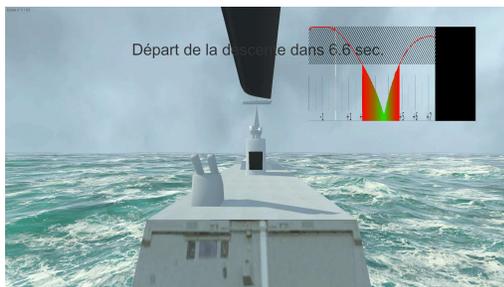
Théorie

- ⇒ Théorie des affordances (Gibson, 1977)
- ⇒ Formalisation de la perception de l'appontabilité en fonction de la portance



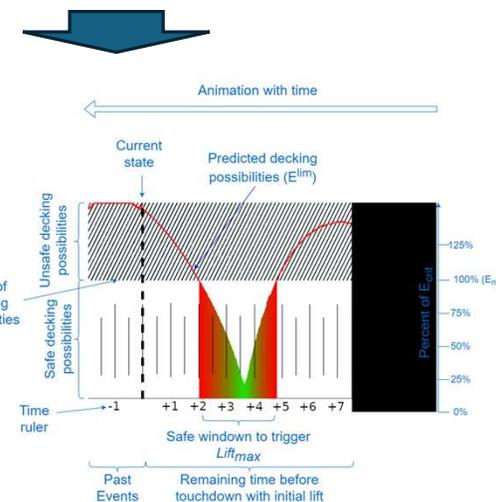
Expérimentation

- ⇒ Virtualité augmentée
- ⇒ Analyse psycho-physique des bénéfices (contrôle vs. RA)



Ingénierie cognitive

- ⇒ Interface visuelle inédite (RA)
- ⇒ Conception Ecologique d'Interface (Vicente & Rasmussen, 1990)
- ⇒ Dynamique, perception directe des possibilités d'action

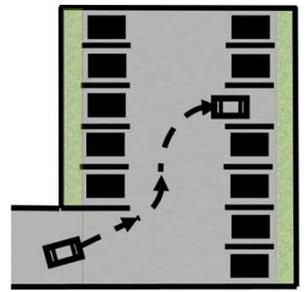


Evaluer la validité d'un dispositif de RA

Visualiser les affordances en RA (automobile)

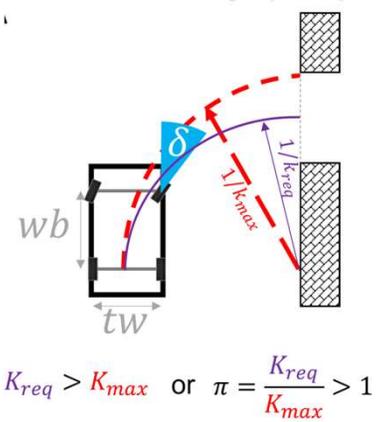
UseCase

- ⇒ Conduite automobile non assistée
- ⇒ Virages faible vitesse pour le parking
- ⇒ Virages uniques ou combinés
- ⇒ Améliorer la prise de décision, Favoriser le couplage



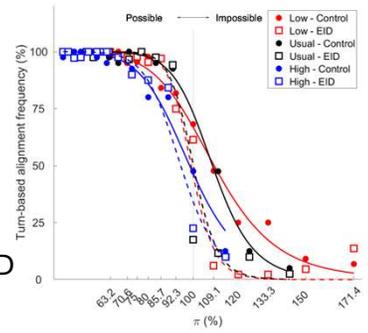
Théorie

- ⇒ Théorie des affordances (Gibson, 1977)
- ⇒ Formalisation math. de la perception de la possibilité de faire des virages en fonction de la maniabilité du véhicule



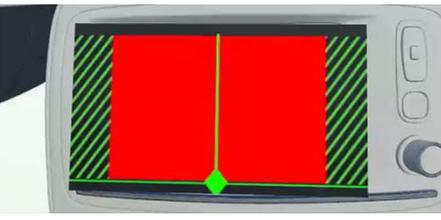
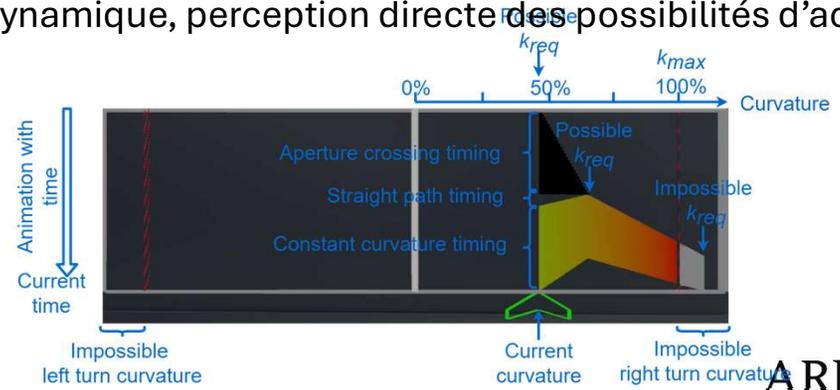
Réalité virtuelle

- ⇒ Virtualité augmentée
- ⇒ Analyse psycho-physique des bénéfices (contrôle vs. RA)
- ⇒ Forme de l'interface (HUD, HDD, 2D vs. 3D)



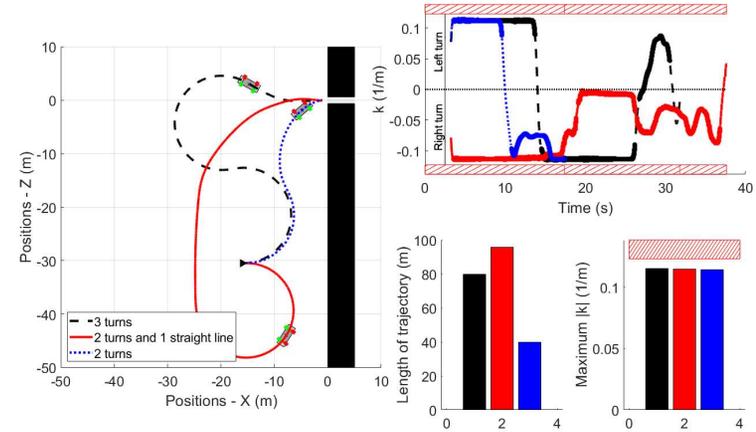
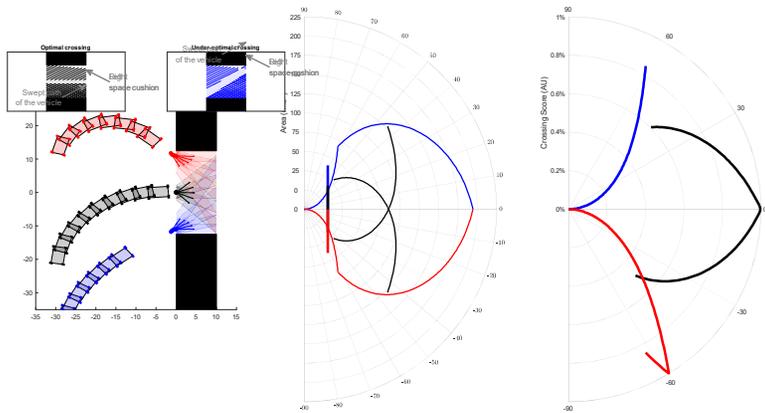
Ingénierie cognitive

- ⇒ Interface visuelle inédite (RA)
- ⇒ Conception Ecologique d'Interface (Vicente & Rasmussen, 1990)
- ⇒ Dynamique, perception directe des possibilités d'action



Evaluer la validité d'un dispositif de RA

Visualiser les affordances en RA (automobile)



Indicateurs de performance = Cruciaux !

- ⇒ Permettent de noter les solutions RA
- ⇒ Nécessitent une compréhension fine de la tâche

💡 Quantifier la trajectoire occupée par le véhicule lors de la traversée de l'ouverture en fonction de la traversée optimum

Combinaisons de Virages = communes

⇒ Orientation initiale véhicule \neq ouverture

⇒ Courbure virage n°1 \neq courbure virage n°2 ?

💡 Comparer la combinaison de virages

Evaluer la validité d'un dispositif de RA

Visualiser les affordances (aéronautique & automobile)

- Perception des affordances = objectifs de la Conception Ecologique d'Interfaces (Vicente & Rasmussen, 1990)

⇒ Tenir compte des limites dans les capacités d'action (e.g., portance maximale en aéronautique, limite de maniabilité et dynamique en automobile)

⇒ Aiguiser la prise de décision

⇒ Favoriser le couplage information-mouvement

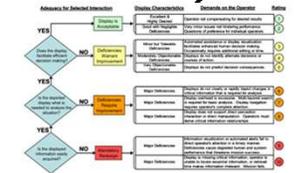
- Validité de l'augmentation visuelle (≠ validité d'un dispositif)

⇒ **Utilité** : mauvaises performances des opérateurs dans une tâche non augmentée motivent l'utilité de la RA

⇒ **Acceptabilité** : la propension des utilisateurs à vouloir utiliser la RA malgré les difficultés

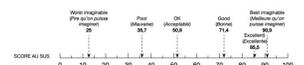
⇒ **Utilisabilité** : degré selon lequel la RA est facile d'utilisation

⇒ **Effets délétères**



MCH-UVD : Modified Cooper Harper for Unmanned Vehicles Displays (Graham, Cummings, & Donmez & Brzezinski, 2010)

Items du F-SUS	1. Pas du tout d'accord	2	3	4	5. Tout à fait d'accord
1. Je voudrais utiliser ce système fréquemment	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Ce système est inutilement complexe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Ce système est facile à utiliser	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. J'aurais besoin du soutien d'un technicien pour être capable d'utiliser ce système	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Les différentes fonctionnalités de ce système sont bien intégrées	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Il y a trop d'incohérences dans ce système	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. La plupart des gens apprennent à utiliser ce système très rapidement	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Ce système est très amusant à utiliser	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Je me suis senti en confiance en utilisant ce système	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. J'ai eu besoin d'apprendre beaucoup de choses avant de pouvoir utiliser ce système	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



F-SUS : version française du System Usability Scale (Gronier & Baudet, 2021)

	Pas du tout d'accord					Tout à fait d'accord				
1. Un ordinateur à me réposer sur le travail d'autrui	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2. Je suis habitué à l'utilisation des outils informatiques	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3. Je considère que les outils informatiques sont plus performants que les ordinateurs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4. Je considère que les ordinateurs sont plus performants que les outils informatiques	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un ordinateur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un outil informatique	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un ordinateur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un outil informatique	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un ordinateur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un outil informatique	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un ordinateur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un outil informatique	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un ordinateur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un outil informatique	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un ordinateur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un outil informatique	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un ordinateur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un outil informatique	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un ordinateur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un outil informatique	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un ordinateur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un outil informatique	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
23. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un ordinateur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
24. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un outil informatique	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un ordinateur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un outil informatique	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
27. Une tâche que je faisais auparavant plus facilement avec un ordinateur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

STP-Q : version française du Smart Tools Proneness Questionnaire (Navarro coll., 2022)

Démarches d'évaluation des dispositifs de réalité mixte (RV & RA) lors de l'étude de la **perception d'affordances**

© Cyril FRESILLON / ISM / CNRS Images



Antoine Morice

UMR 7287 CNRS & Aix-Marseille Université

Institut des Sciences du Mouvement Etienne-Jules MAREY