



# TECHNIQUES DE RÉDUCTION DE L'OCCULTATION POUR LA SÉLECTION DE RÉFÉRENTS PHYSIQUES EN RÉALITÉ AUGMENTÉE : ADAPTATION ET EVALUATION DE TECHNIQUES DE RÉALITÉ VIRTUELLE



Clément Truillet, Marcos Serrano and Emmanuel Dubois

Université de Toulouse, IRIT, France, {[Prenom.Nom@irit.fr](mailto:Prenom.Nom@irit.fr)}



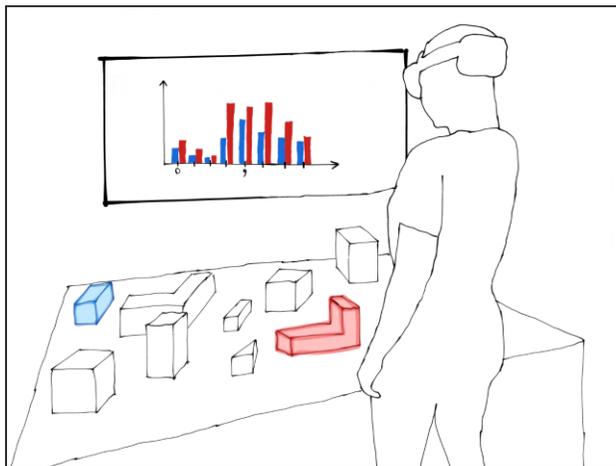
# DE LA VISUALISATION SITUÉE ...

Présenter des **données numériques** à proximité d'un **objet physique** générateur ou concernée par cette donnée

Cet objet physique est le **réfèrent**

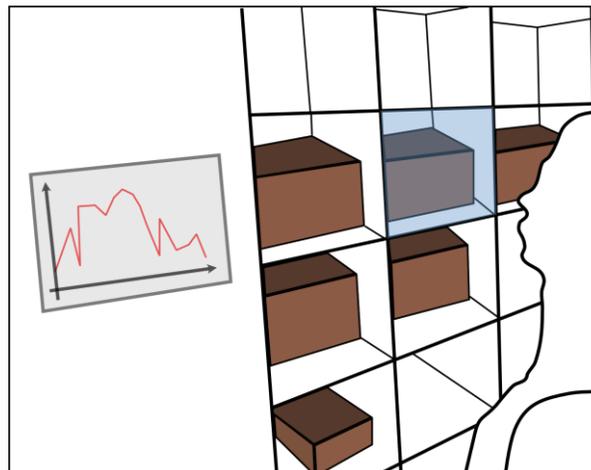
## Monitoring énergétique

Consommation d'un bâtiment



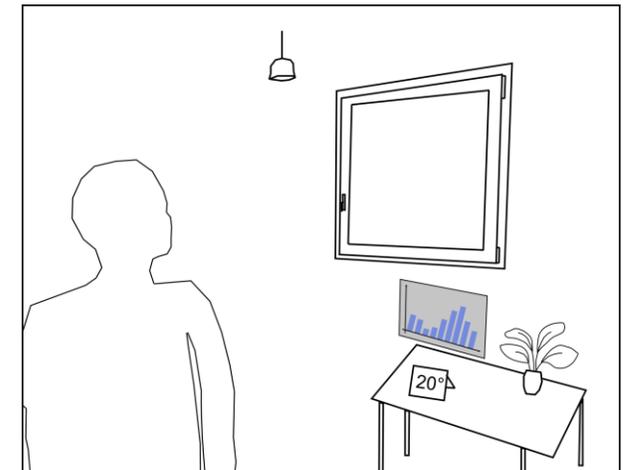
## Logistique d'entrepôt

Historique des stocks d'un produit



## Maison intelligente

Données hebdomadaires de capteurs



# DE LA VISUALISATION SITUÉE ... À L'INTERACTION SITUÉE

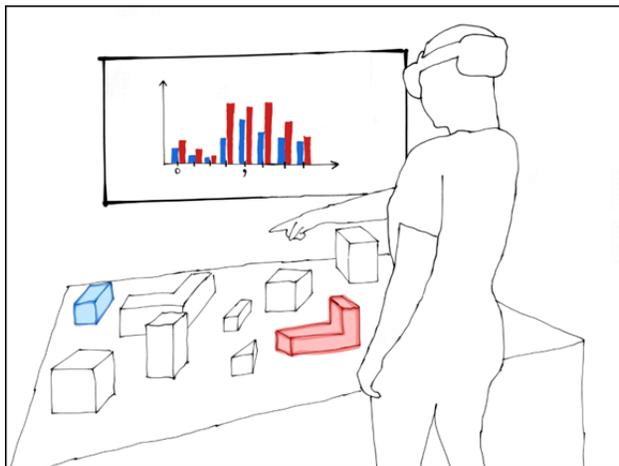
Présenter des **données numériques** à proximité d'un **objet physique** générateur ou concernée par cette donnée

Cet objet physique est le **référent**

Permettre aux utilisateurs d'interagir avec ces multiples **sources** et **types** de données

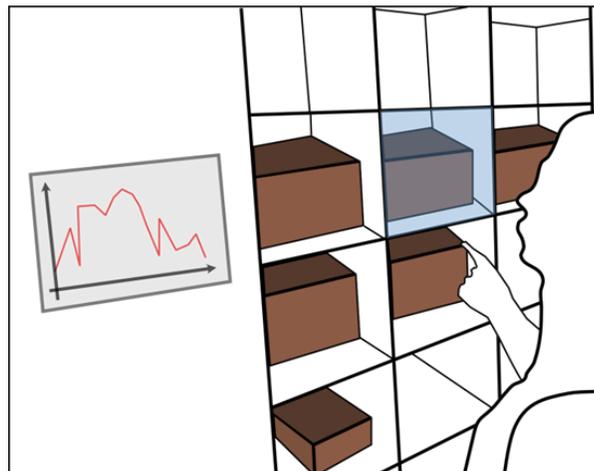
## Monitoring énergétique

Consommation d'un bâtiment



## Logistique d'entrepôt

Historique des stocks d'un produit

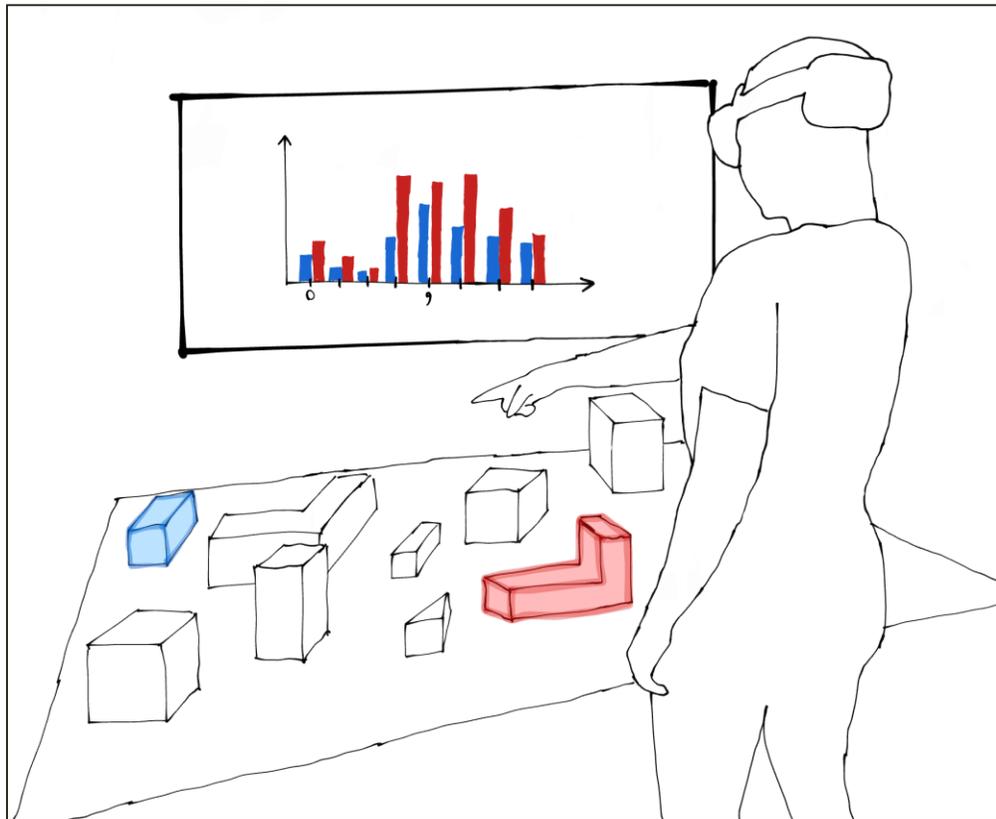


## Maison intelligente

Données hebdomadaires de capteurs



# LA RÉALITÉ AUGMENTÉE POUR L'INTERACTION SITUÉE



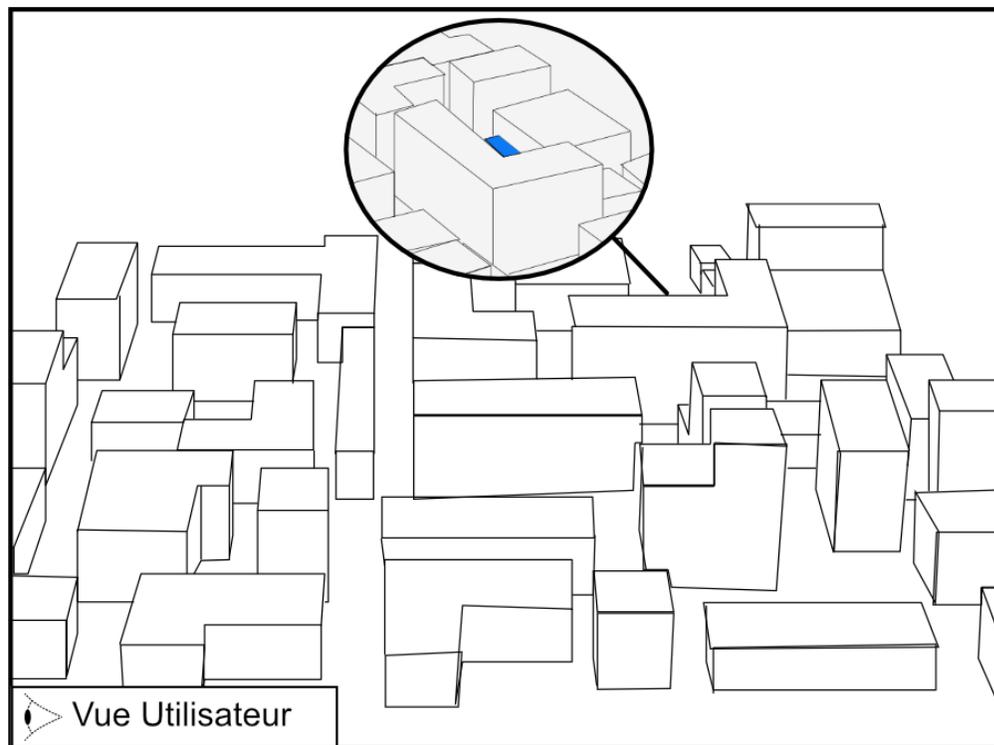
## Apport des casques de Réalité Augmentée

- Grands espaces d'affichages
- Multiples points de vue
- Exploration spatiale des données

## Casques **Semi-Transparents** (OST) : au plus proche de la réalité

- Ancrage de l'interaction sur le référent
- Interaction mains libres

# OCCULTATION PHYSIQUE DES RÉFÉRENTS



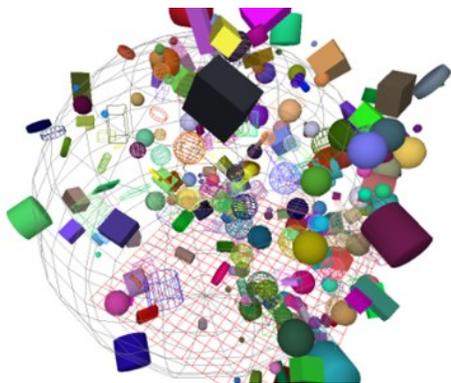
- De multiples référents physiques induisent de multiples occultations
- Nombreuses techniques de réduction de l'occultation en RV
  - **Dans quelles mesures s'appliqueraient-elles en RA ?**

# RÉDUCTION DE L'OCCULTATION EN RÉALITÉ VIRTUELLE

## Mouvement des Objets

### BalloonProbe

[Elmqvist and Niklas, 2005]



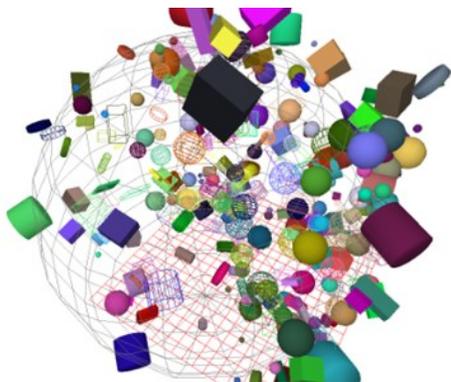
Preserve les relations spatiales entre les objets  
Effet local du mouvement des objets

# RÉDUCTION DE L'OCCULTATION EN RÉALITÉ VIRTUELLE

## Mouvement des Objets

### BalloonProbe

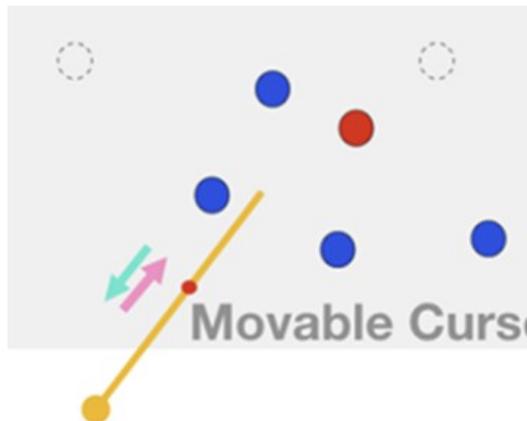
[Elmqvist and Niklas, 2005]



## Transparence

### alphaCursor

[Yu et al., 2020]



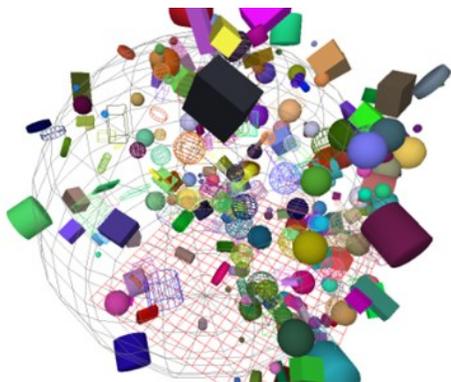
Offre une exploration rapide et progressive de l'environnement  
Évite une surcharge virtuelle du monde physique

# RÉDUCTION DE L'OCULTATION EN RÉALITÉ VIRTUELLE

Mouvement des Objets

## BalloonProbe

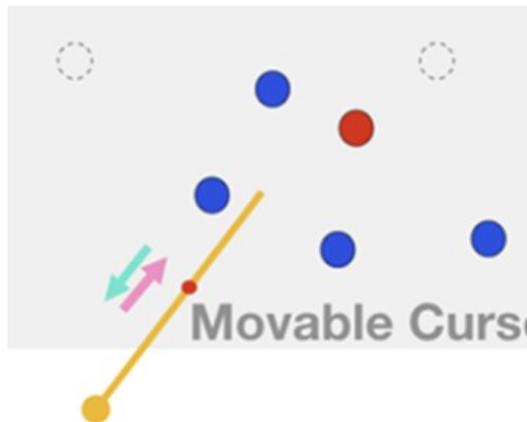
[Elmqvist and Niklas, 2005]



Transparence

## alphaCursor

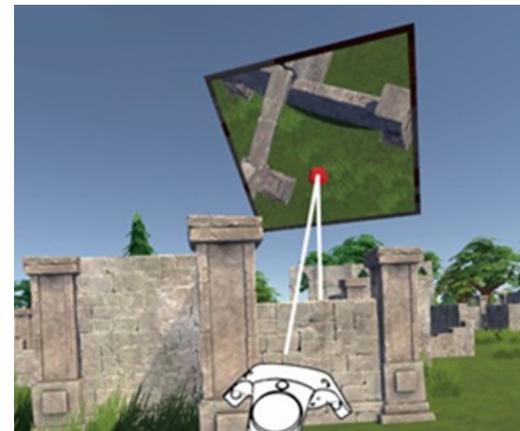
[Yu et al., 2020]



Vue Multiples

## vMirror

[Li et al., 2021]



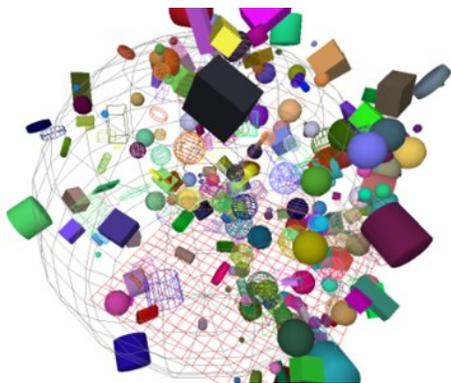
Utilise une métaphore du miroir simple à interpréter  
Permet une exploration par région de l'environnement

# RÉDUCTION DE L'OCCULTATION EN RÉALITÉ VIRTUELLE

Mouvement des Objets

**BalloonProbe**

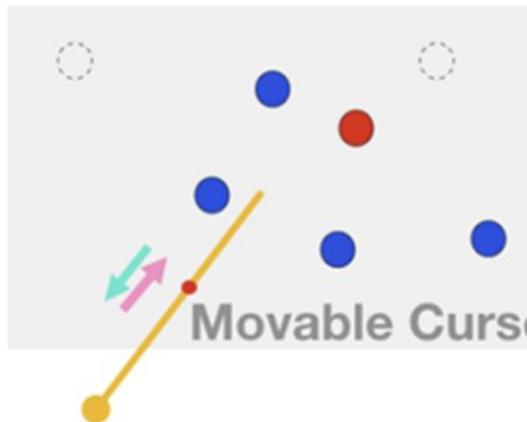
[Elmqvist and Niklas, 2005]



Transparence

**alphaCursor**

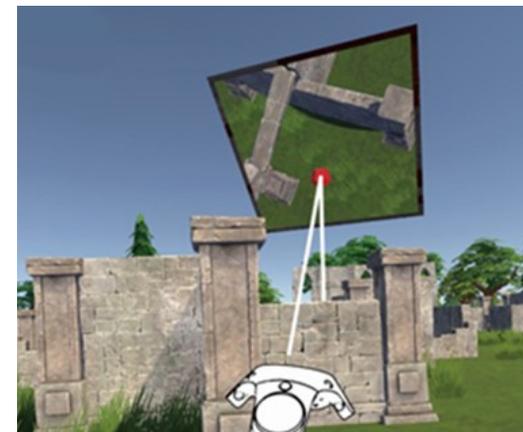
[Yu et al., 2020]



Vue Multiples

**vMirror**

[Li et al., 2021]



**Ces techniques sont-elles applicables en Réalité Augmentée ?**

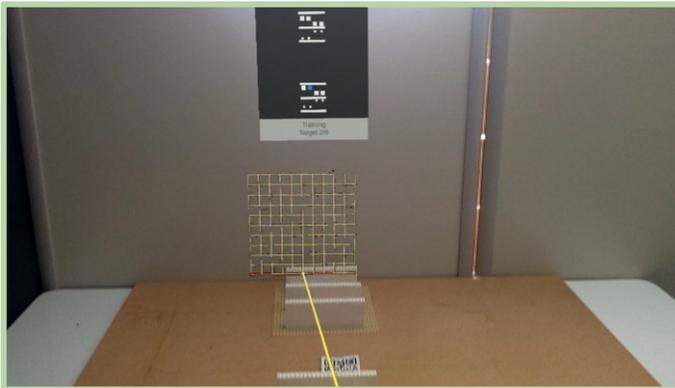
# ADAPTATION DES TECHNIQUES À LA RÉALITÉ AUGMENTÉE

BalloonProbeAR



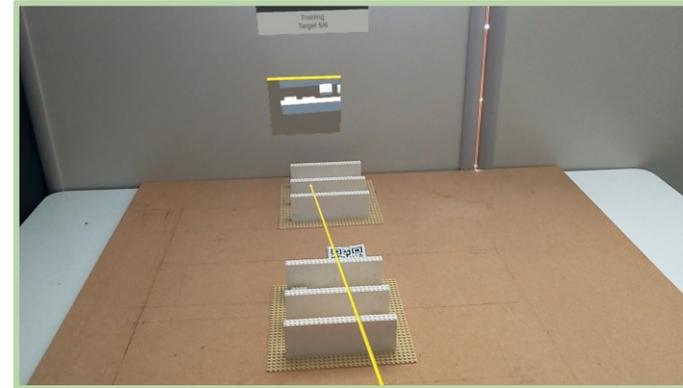
Hémisphère poussant des clones virtuels des objets vers le haut

AlphaCursorAR



Rendu virtuel des objets situés derrière le plan de coupe

vMirrorAR

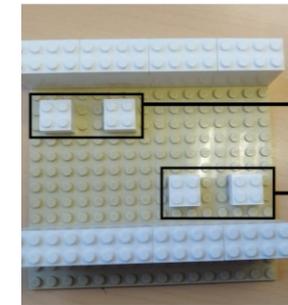
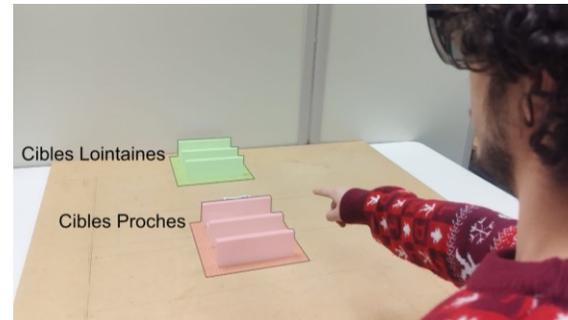


Utilisation d'un miroir virtuel, ajustable par l'utilisateur

# ÉTUDE DES TECHNIQUES ISSUES DE LA LITTÉRATURE ADAPTÉES À LA RA

## Facteurs

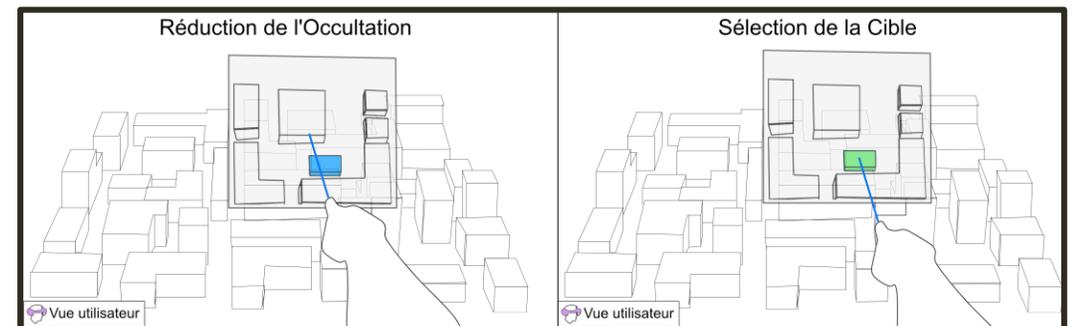
- Techniques
- Distance de la cible à l'utilisateur
- Position de la cible



Mur Arriere  
Cibles à proximité  
du mur Arriere  
Cibles à proximité  
du mur Avant  
Mur Avant

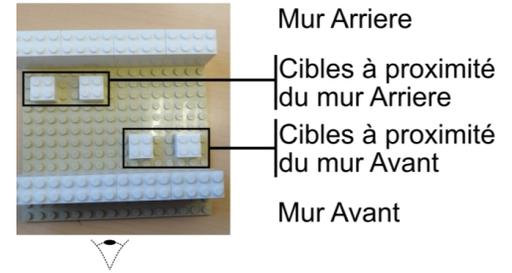
## Tâche

- Sélectionner le plus rapidement et précisément possible chaque cible physique occultée



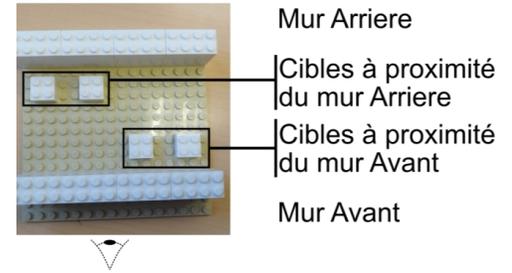
12 Participants

# RÉSULTATS DE L'ÉTUDE



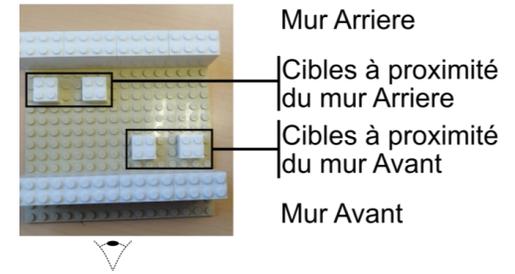
	Cibles à proximité du mur <b>Avant</b>		Cibles à proximité du mur <b>Arrière</b>	
	Réduction de l'occultation	Sélection de la cible	Réduction de l'occultation	Sélection de la cible
BalloonProbeAR	Meilleure que AlphaCursorAR Moins bonne que vMirrorAR	Difficulté à <b>séparer la cible</b> de l'occultant	Similaire à AlphaCursorAR	Plus <b>faible</b> taux d'erreur
AlphaCursorAR	La <b>moins</b> performante	<b>Fatigue musculaire</b>	Similaire à BalloonProbeAR	
vMirrorAR	La <b>plus</b> performante	Appréciée pour atteindre les cibles	La <b>moins</b> performante Ajustements du miroir <b>chronophage</b>	La <b>moins</b> performante Plus <b>haut</b> taux d'erreur

# RÉSULTATS DE L'ÉTUDE



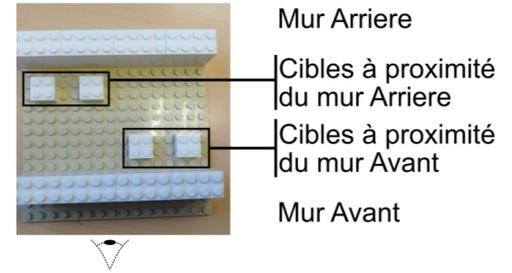
	Cibles à proximité du mur <b>Avant</b>		Cibles à proximité du mur <b>Arrière</b>	
	Réduction de l'occultation	Sélection de la cible	Réduction de l'occultation	Sélection de la cible
<b>BalloonProbeAR</b>	<b>Meilleure</b> que <b>AlphaCursorAR</b> <b>Moins bonne</b> que <b>vMirrorAR</b>	Difficulté à <b>séparer la cible</b> de l'occultant	Similaire à <b>AlphaCursorAR</b>	Plus <b>faible</b> taux d'erreur
<b>AlphaCursorAR</b>	La <b>moins</b> performante	<b>Fatigue musculaire</b>	Similaire à <b>BalloonProbeAR</b>	
<b>vMirrorAR</b>	La <b>plus</b> performante	<b>Appréciée</b> pour atteindre les cibles	La <b>moins</b> performante Ajustements du miroir <b>chronophage</b>	La <b>moins</b> performante Plus <b>haut</b> taux d'erreur

# RÉSULTATS DE L'ÉTUDE



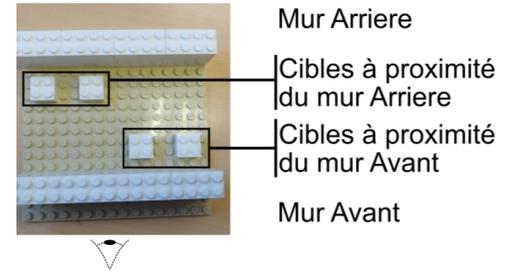
	Cibles à proximité du mur <b>Avant</b>		Cibles à proximité du mur <b>Arrière</b>	
	Réduction de l'occultation	Sélection de la cible	Réduction de l'occultation	Sélection de la cible
<b>BalloonProbeAR</b>	<b>Meilleure</b> que <b>AlphaCursorAR</b> <b>Moins bonne</b> que <b>vMirrorAR</b>	Difficulté à <b>séparer la cible</b> de l'occultant	Similaire à <b>AlphaCursorAR</b>	Plus <b>faible</b> taux d'erreur
AlphaCursorAR	La <b>moins</b> performante	<b>Fatigue musculaire</b>	Similaire à <b>BalloonProbeAR</b>	
vMirrorAR	La <b>plus</b> performante	<b>Appréciée</b> pour atteindre les cibles	La <b>moins</b> performante Ajustements du miroir <b>chronophage</b>	La <b>moins</b> performante Plus <b>haut</b> taux d'erreur

# RÉSULTATS DE L'ÉTUDE



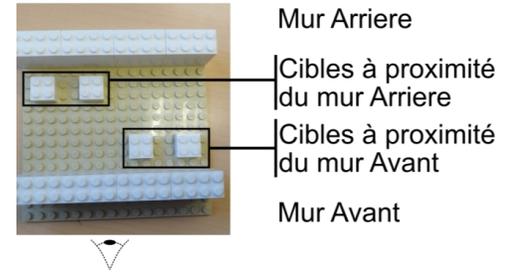
	Cibles à proximité du mur <b>Avant</b>		Cibles à proximité du mur <b>Arrière</b>	
	Réduction de l'occultation	Sélection de la cible	Réduction de l'occultation	Sélection de la cible
<b>BalloonProbeAR</b>	<b>Meilleure</b> que <b>AlphaCursorAR</b> <b>Moins bonne</b> que <b>vMirrorAR</b>	Difficulté à <b>séparer la cible</b> de l'occultant	Similaire à <b>AlphaCursorAR</b>	Plus <b>faible</b> taux d'erreur
<b>AlphaCursorAR</b>	La <b>moins</b> performante	<b>Fatigue musculaire</b>	Similaire à <b>BalloonProbeAR</b>	
<b>vMirrorAR</b>	La <b>plus</b> performante	Appréciée pour atteindre les cibles	La <b>moins</b> performante Ajustements du miroir <b>chronophage</b>	La <b>moins</b> performante Plus <b>haut</b> taux d'erreur

# RÉSULTATS DE L'ÉTUDE



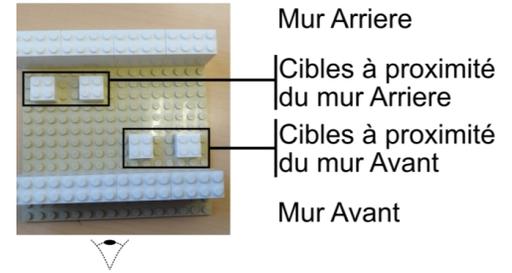
	Cibles à proximité du mur <b>Avant</b>		Cibles à proximité du mur <b>Arrière</b>	
	Réduction de l'occultation	Sélection de la cible	Réduction de l'occultation	Sélection de la cible
<b>BalloonProbeAR</b>	<b>Meilleure</b> que <b>AlphaCursorAR</b> <b>Moins bonne</b> que <b>vMirrorAR</b>	Difficulté à <b>séparer la cible</b> de l'occultant	Similaire à <b>AlphaCursorAR</b>	Plus <b>faible</b> taux d'erreur
<b>AlphaCursorAR</b>	La <b>moins</b> performante	<b>Fatigue musculaire</b>	Similaire à <b>BalloonProbeAR</b>	
<b>vMirrorAR</b>	La <b>plus</b> performante	Appréciée pour atteindre les cibles	La <b>moins</b> performante Ajustements du miroir <b>chronophage</b>	La <b>moins</b> performante Plus <b>haut</b> taux d'erreur

# RÉSULTATS DE L'ÉTUDE



	Cibles à proximité du mur <b>Avant</b>		Cibles à proximité du mur <b>Arrière</b>	
	Réduction de l'occultation	Sélection de la cible	Réduction de l'occultation	Sélection de la cible
<b>BalloonProbeAR</b>	<b>Meilleure</b> que <b>AlphaCursorAR</b> <b>Moins bonne</b> que <b>vMirrorAR</b>	Difficulté à <b>séparer la cible</b> de l'occultant	Similaire à <b>AlphaCursorAR</b>	Plus <b>faible</b> taux d'erreur
<b>AlphaCursorAR</b>	La <b>moins</b> performante	<b>Fatigue musculaire</b>	Similaire à <b>BalloonProbeAR</b>	
<b>vMirrorAR</b>	La <b>plus</b> performante	<b>Appréciée</b> pour atteindre les cibles	La <b>moins</b> performante Ajustements du miroir <b>chronophage</b>	La <b>moins</b> performante Plus <b>haut</b> taux d'erreur

# RÉSULTATS DE L'ÉTUDE



	Cibles à proximité du mur <b>Avant</b>		Cibles à proximité du mur <b>Arrière</b>	
	Réduction de l'occultation	Sélection de la cible	Réduction de l'occultation	Sélection de la cible
<b>BalloonProbeAR</b>	<b>Meilleure</b> que <b>AlphaCursorAR</b> <b>Moins bonne</b> que <b>vMirrorAR</b>	Difficulté à <b>séparer la cible</b> de l'occultant	Similaire à <b>AlphaCursorAR</b>	Plus <b>faible</b> taux d'erreur
<b>AlphaCursorAR</b>	La <b>moins</b> performante	<b>Fatigue musculaire</b>	Similaire à <b>BalloonProbeAR</b>	
<b>vMirrorAR</b>	La <b>plus</b> performante	<b>Appréciée</b> pour atteindre les cibles	La <b>moins</b> performante Ajustements du miroir <b>chronophage</b>	La <b>moins</b> performante Plus <b>haut</b> taux d'erreur

# CHANGER L'ARTÉFACT DE BALLOONPROBEAR

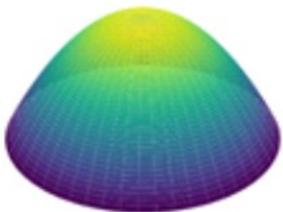
**Faiblesses significatives** pour les cibles à proximité du mur **Avant**

→ Utilisation d'un **cône**

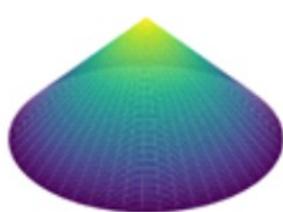
## Profil de la pente

- Séparation des objets différentes en fonction de la position

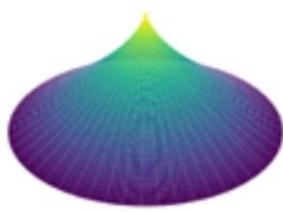
Cône Concave



Cône Droit

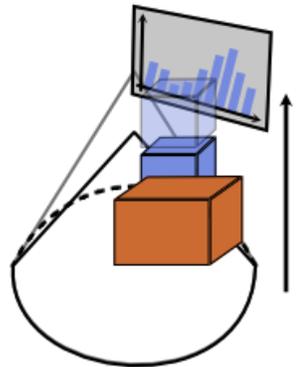


Cône Convexe



## Hauteur du cône

- Modification du lien spatial entre les objets
- Interférence avec les données numériques
- Effet sur le temps de sélection de la cible

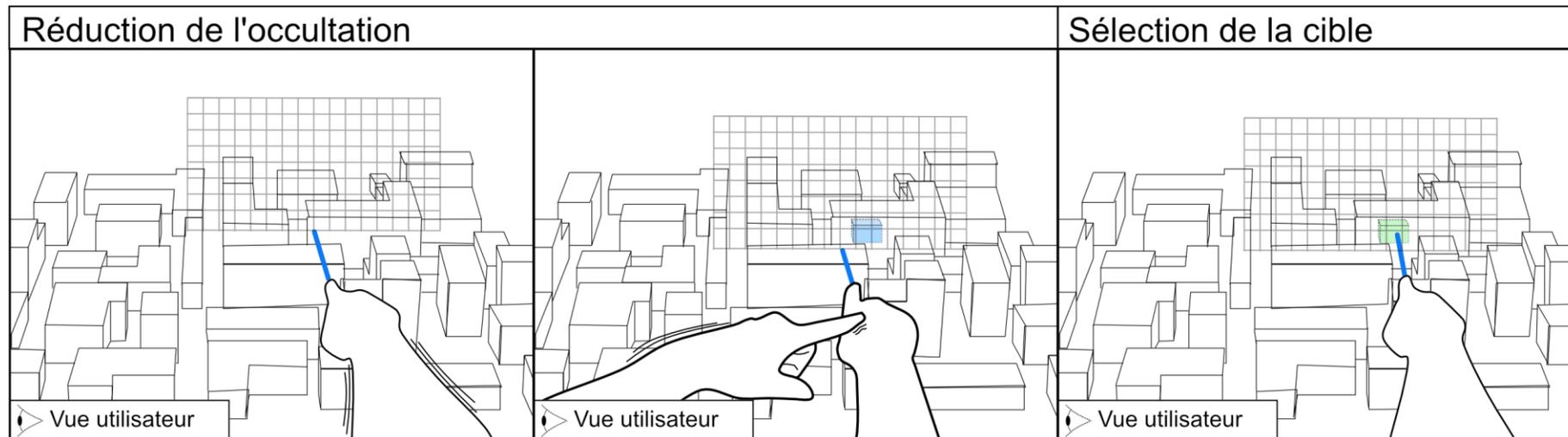


# DÉCOMPOSER L'ÉTAPE DE RÉDUCTION DE L'OCCULTATION D'ALPHACURSORAR

**Faiblesses significatives** pour les cibles à proximité du mur **Avant**

**Fatigue musculaire** lors de la **réduction de l'occultation**

→ **Décomposition de l'étape de réduction de l'occultation** (TapTap, Roudault et al.)

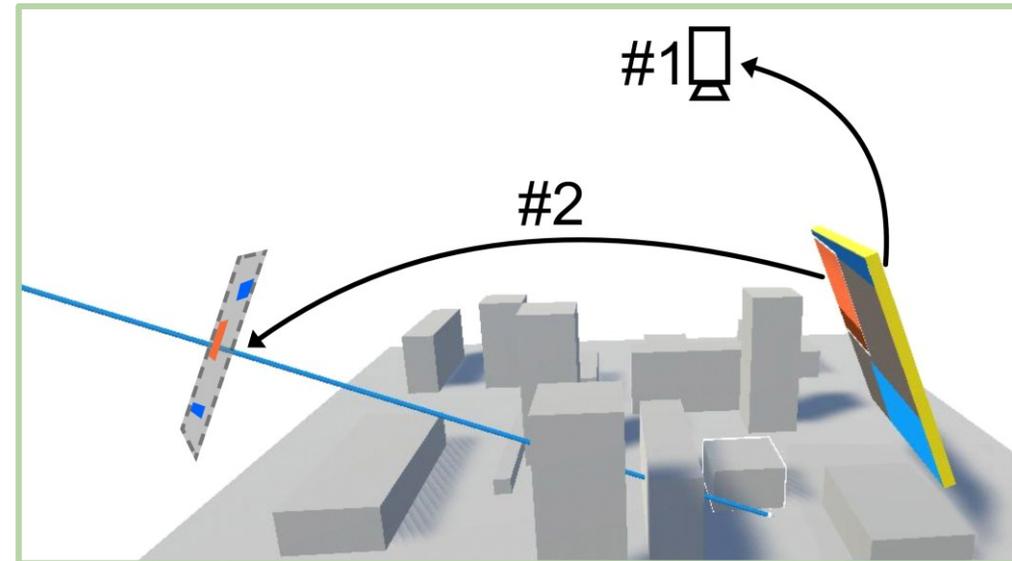


Mais **impact** sur le temps total et impose une **manipulation à deux mains**

# CHANGER DE PARADIGME DU MIROIR DE VMIRRORAR

**Faiblesses significatives** pour les cibles à proximité du mur **Arrière**

- Temps de réduction de l'occultation
  - Ajustements du miroir chronophage
  - Effet du miroir « qui complique les choses »
  - **Adopter une vue de dessus (#1)**
- Temps de sélection de la cible
  - Zone de sélection distante de la maquette
  - **Placer la vue sur le rayon (#2)**





# TECHNIQUES DE RÉDUCTION DE L'OCCULTATION POUR LA SÉLECTION DE RÉFÉRENTS PHYSIQUES EN RÉALITÉ AUGMENTÉE : ADAPTATION ET EVALUATION DE TECHNIQUES DE RÉALITÉ VIRTUELLE



Clément Truillet, Marcos Serrano and Emmanuel Dubois

Université de Toulouse, IRIT, France, {[Prenom.Nom@irit.fr](mailto:Prenom.Nom@irit.fr)}

