



Ken Fager

remy.eynard@ensam.eu - Professeur en méthodologies de conception et technologies des réalités étendues

LES RÉALITÉS ÉTENDUES

Technologies, usages, apports & déviances



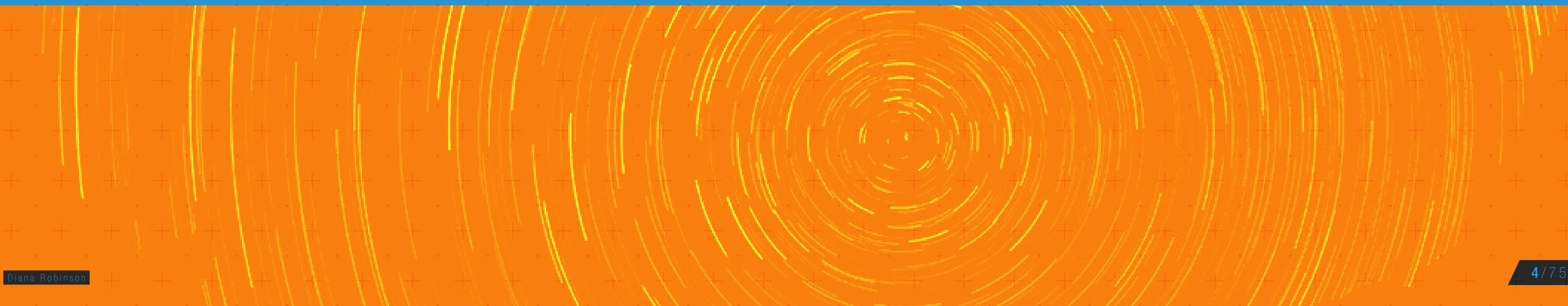
Vos **attentes** vis-à-vis de cette séquence ?



« On est tous à la recherche d'une **frontière**, une
ligne claire entre le **rêve** et la **réalité**. »

∅ Tahar Ben Jelloun, L'Auberge des pauvres

Mais c'est quoi les **réalités étendues** ?

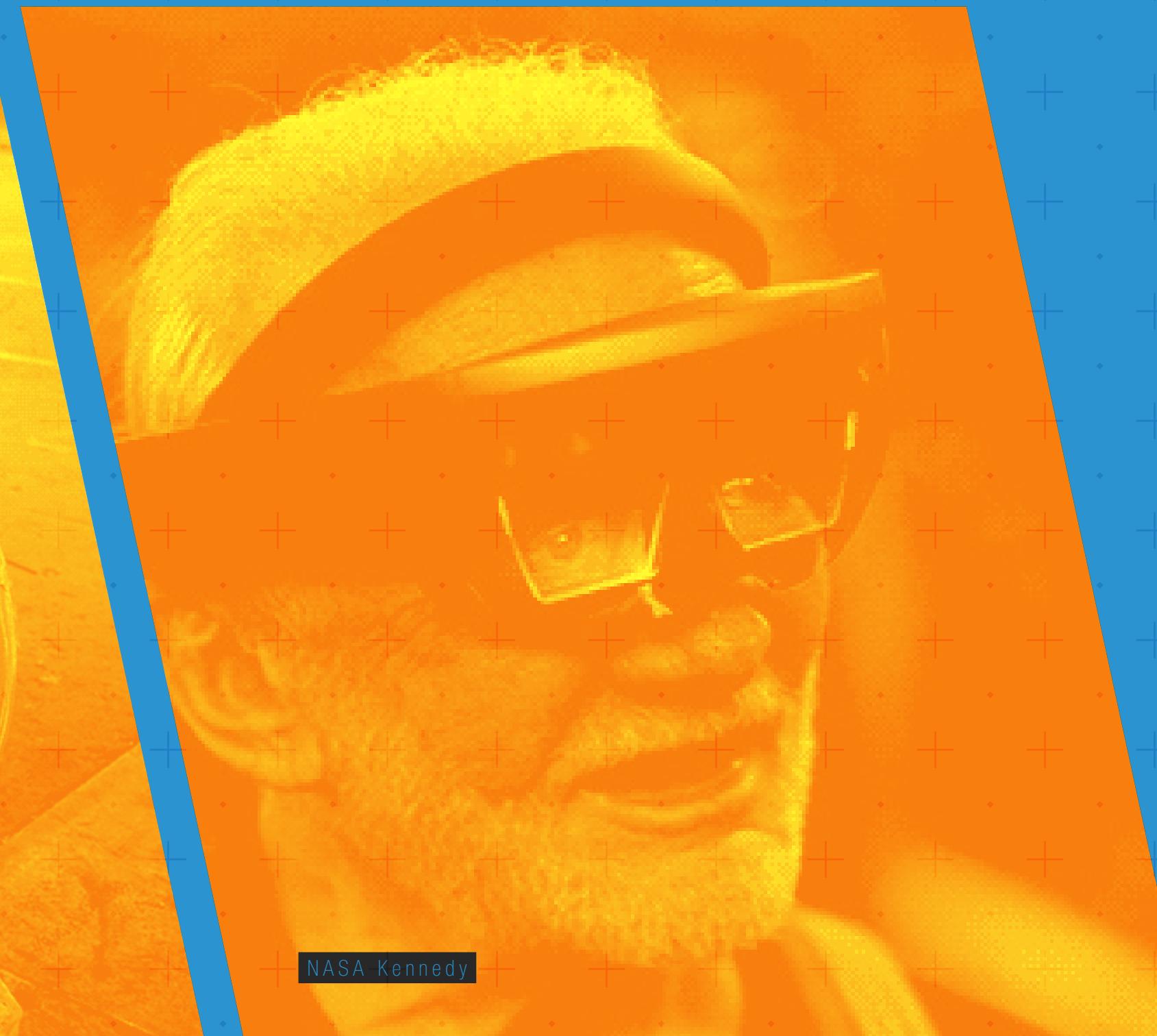


Deux technologies principales

La réalité **virtuelle**



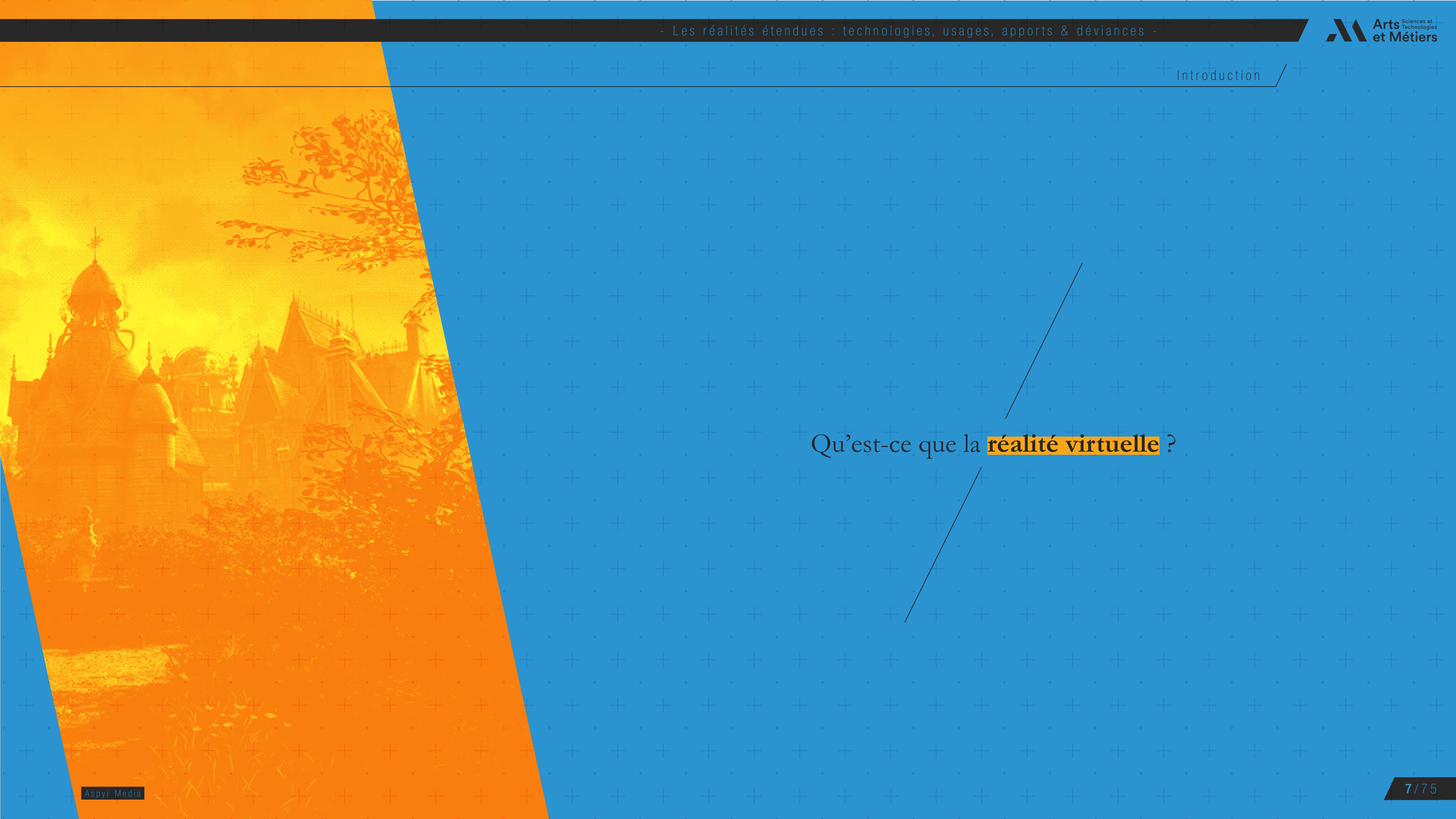
La réalité **augmentée**





Milgram, Paul; H. Takemura; A. Utsumi; F. Kishino (1994).

♂ « Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum ». Proceedings of SPIE - Vol. 2351.



Qu'est-ce que la **réalité virtuelle** ?

Définition



La réalité virtuelle :

C'est une **simulation numérique** où l'utilisateur peut interagir en **temps réel** dans un **environnement artificiel** en **immersion**.



Définition

La réalité virtuelle a pour vocation de :
/ « permettre à une ou plusieurs personne(s) une **activité sensori-motrice** et **cognitive** dans **un monde artificiel, créé numériquement...** »

♂ Fuchs, P., & Moreau, G. (2003). *Le traité de la réalité virtuelle, Volume 1*. Les presses de l'École des Mines.

Définition

Et de permettre de :

« réaliser [...] un certain nombre d'actions par des moyens [...] « naturels », d'éprouver physiquement **des sensations visuelles, auditives, haptiques.** »

Segura, J (2012). Ce qu'il faut retenir de la réalité virtuelle au 20^e siècle. AFRV

Définition

Interaction

Immersion

Environnement numérique

Temps réel



Définition



Définition

→ Vidéo 360°

Interaction

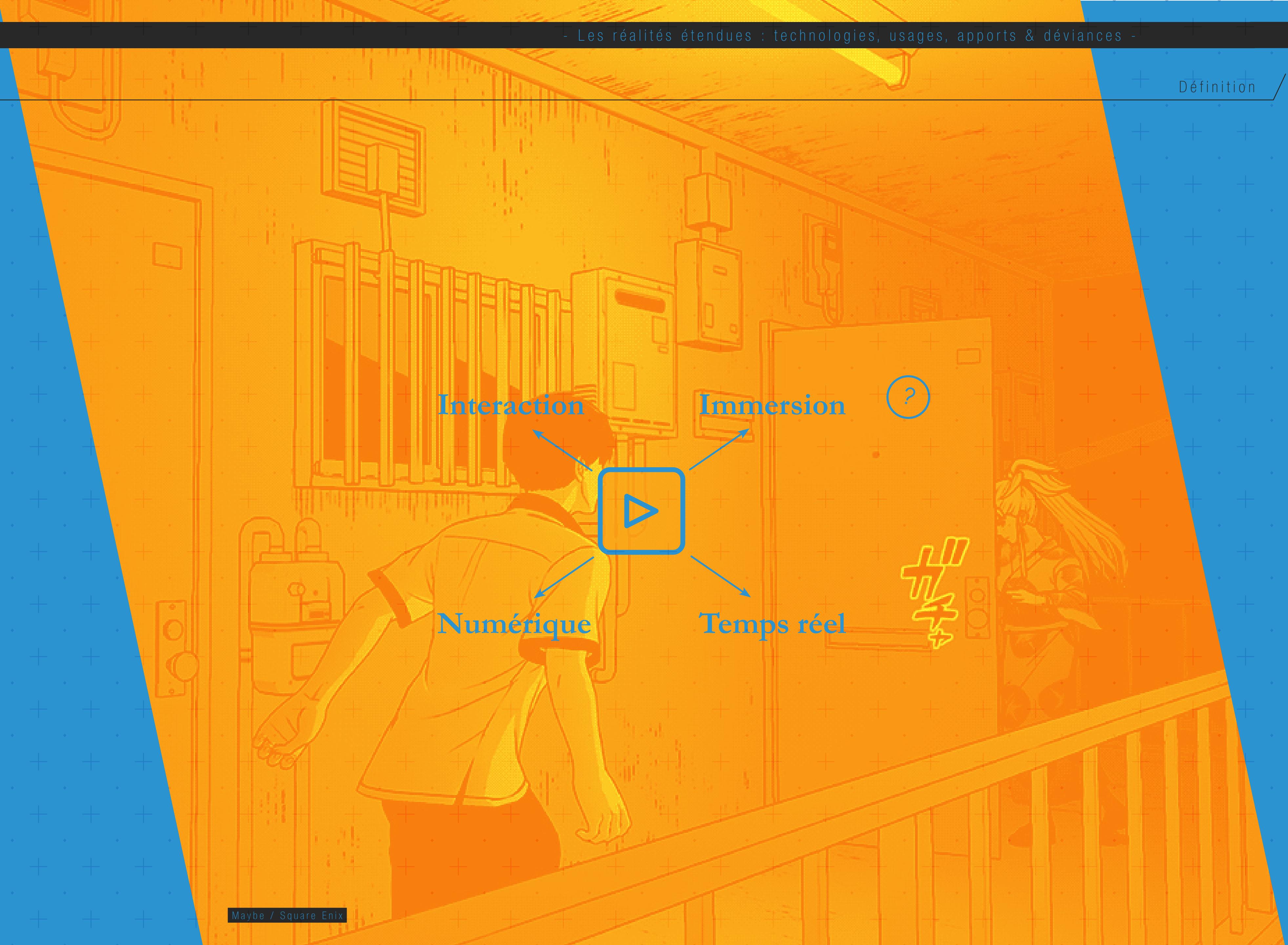
Temps réel

Numérique

Immersion



Définition



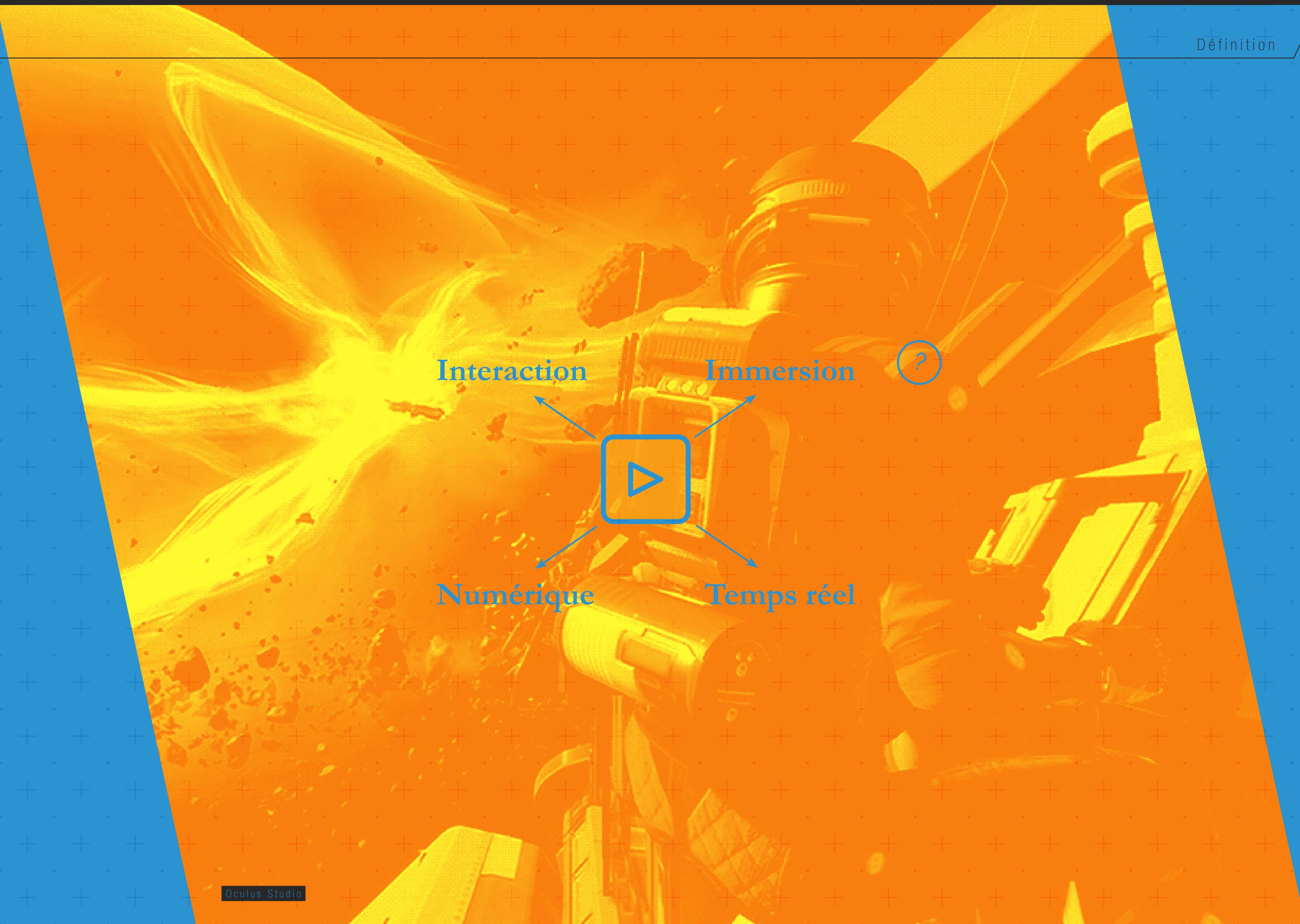
Définition

👁 Expérience immersive passive

- Interaction X
- Temps réel X
- Numérique** ✓
- Immersion** ✓



Définition





Jeux vidéo en réalité virtuelle

- Interaction
- Temps réel
- Numérique
- Immersion



Définition



Experience immersive interactive

Interaction



Temps réel



Numérique

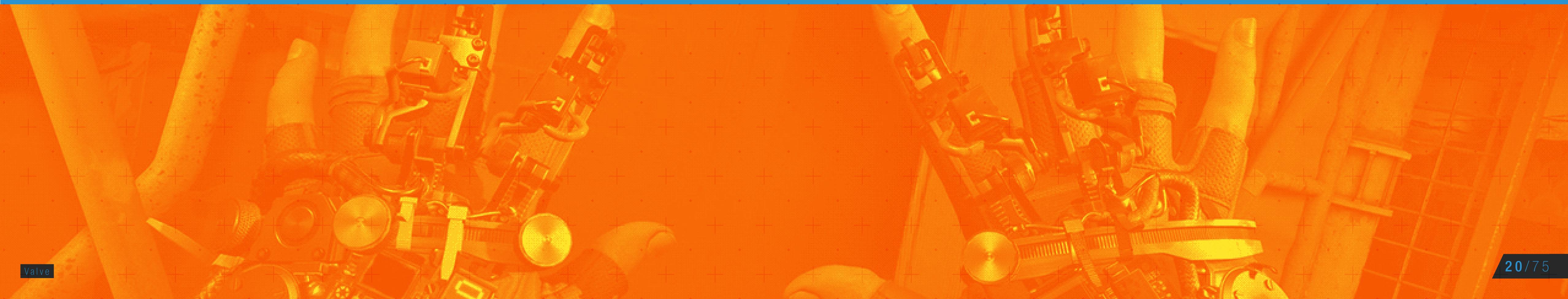


Immersion



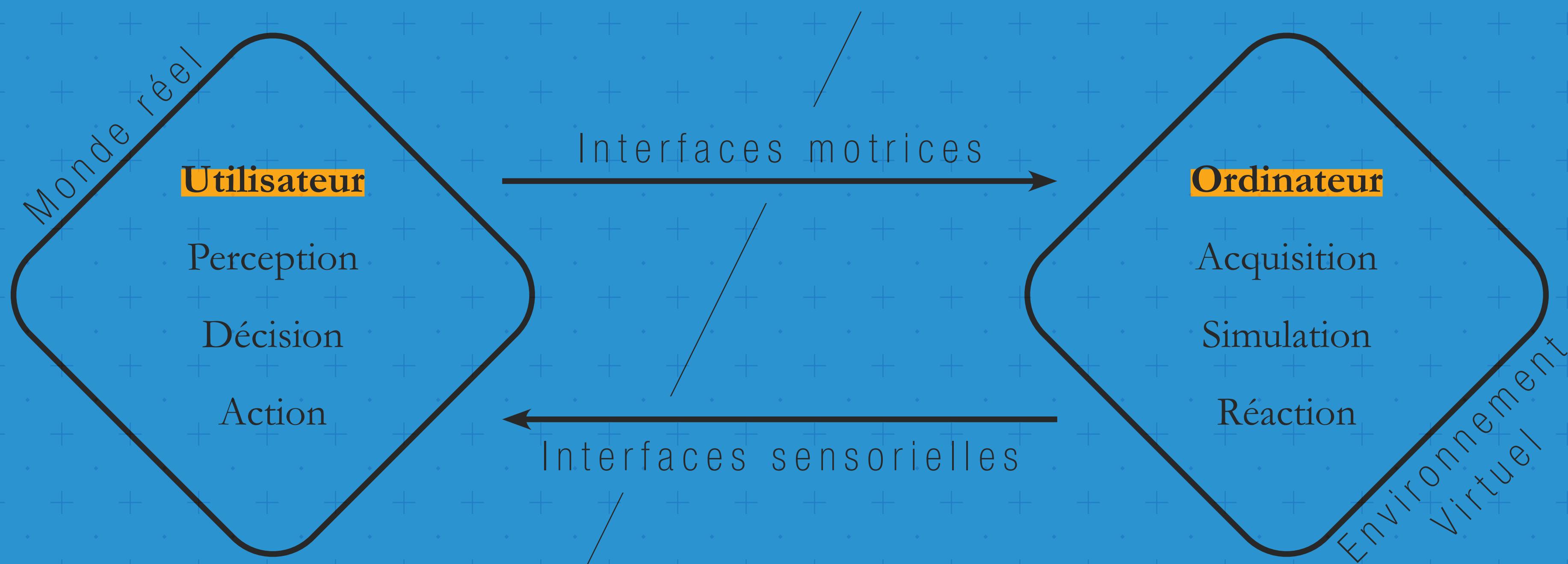
La réalité virtuelle, comment cela fonctionne-t-il ?

Comment obtient-on une expérience
immersive interactive en **temps réel** ?



La boucle de perception-décision-action

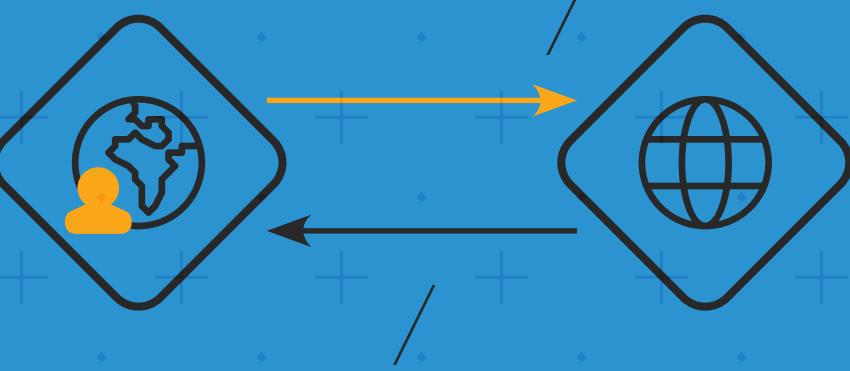
⌚ Fuchs, P., & Moreau, G. (2003). *Le traité de la réalité virtuelle, Volume 1*. Les presses de l'École des Mines.



La réalité virtuelle, comment cela fonctionne-t-il ?

Ces **deux flux** reposent sur **l'association** de
plusieurs technologies.

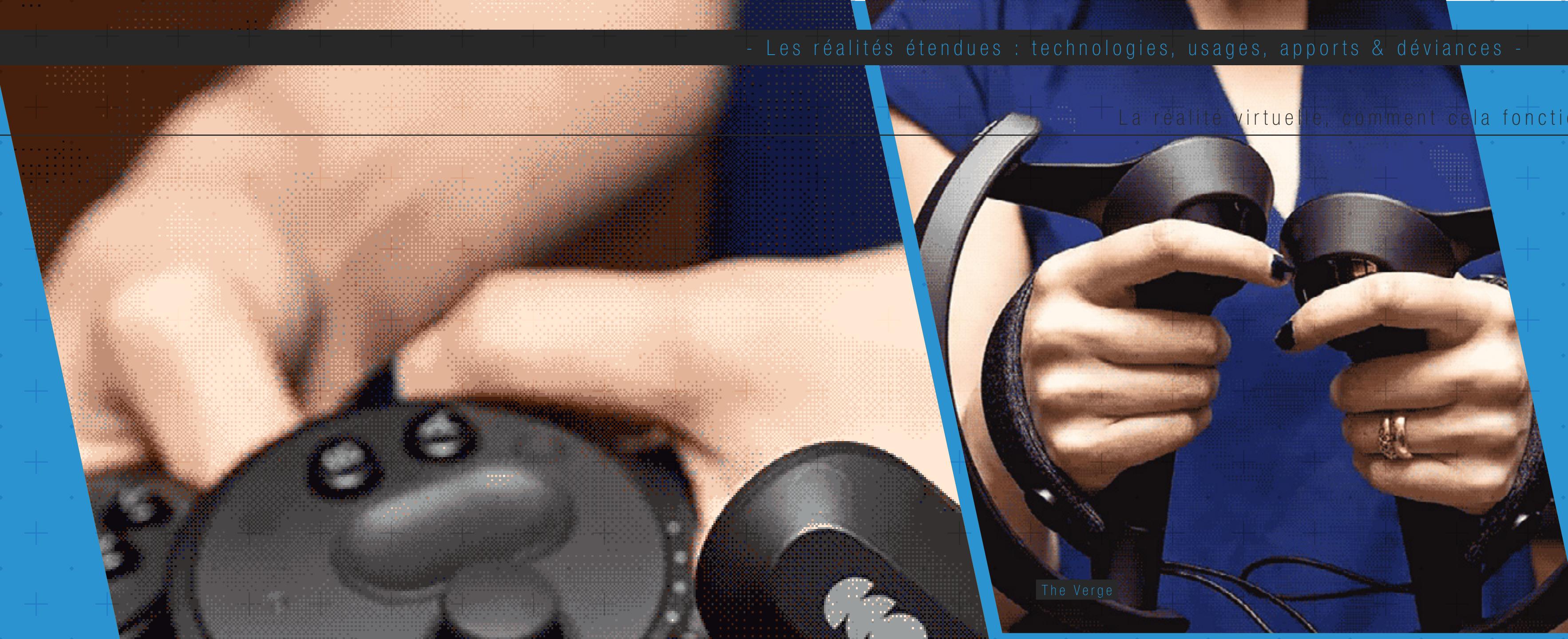
Réel  Virtuel : (inter)action



Les interfaces motrices : gants de données, manettes, capteurs.

Elles permettent de **faire l'acquisition des mouvements, des actions** de manière plus ou moins **naturelle** et **non intrusive**.

La réalité virtuelle, comment cela fonctionne-t-il ?



Vive Index : Contrôleurs

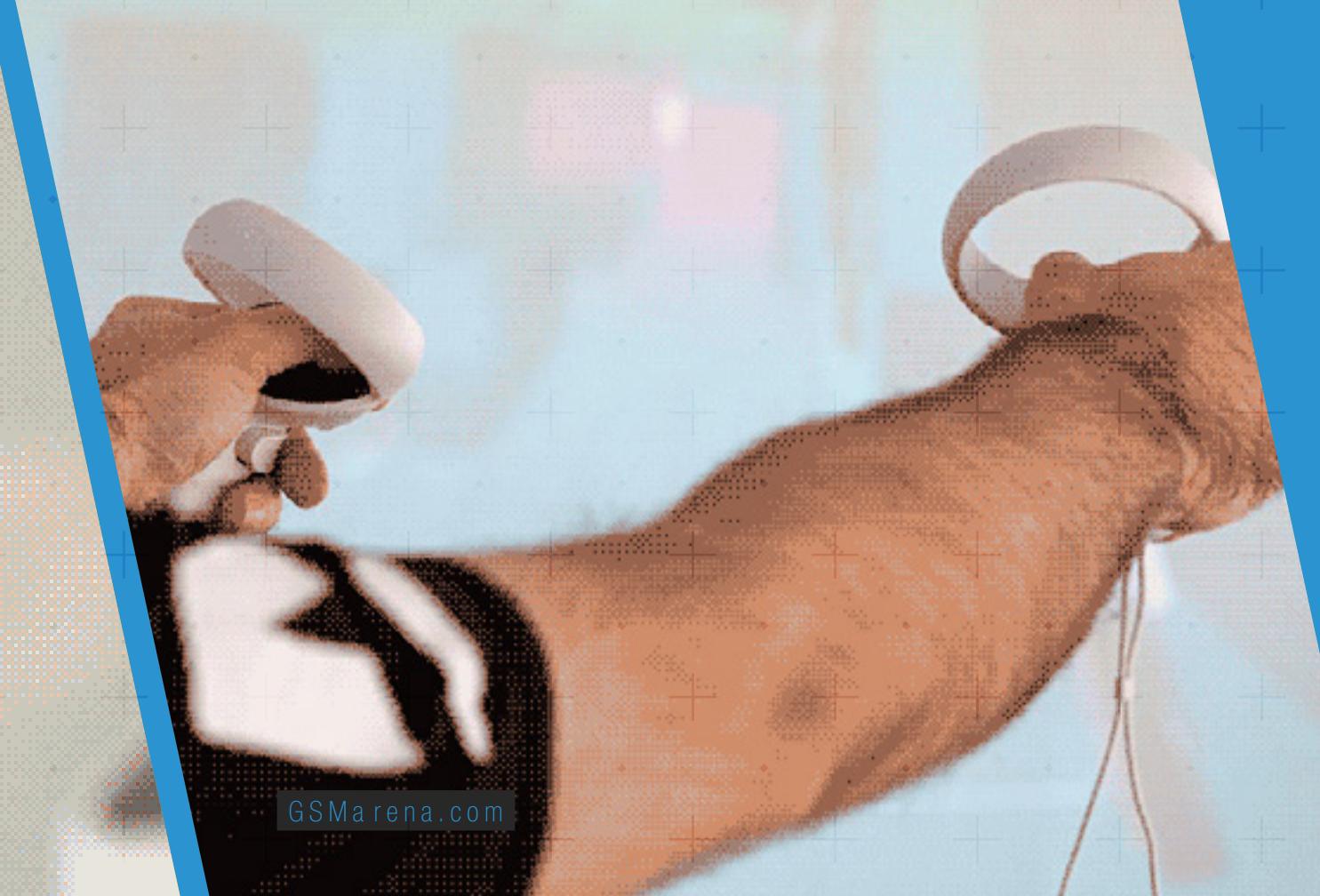


La réalité virtuelle, comment cela fonctionne-t-il ?



Oculus Quest 2 : Contrôleurs

GSMarena.com



GSMarena.com

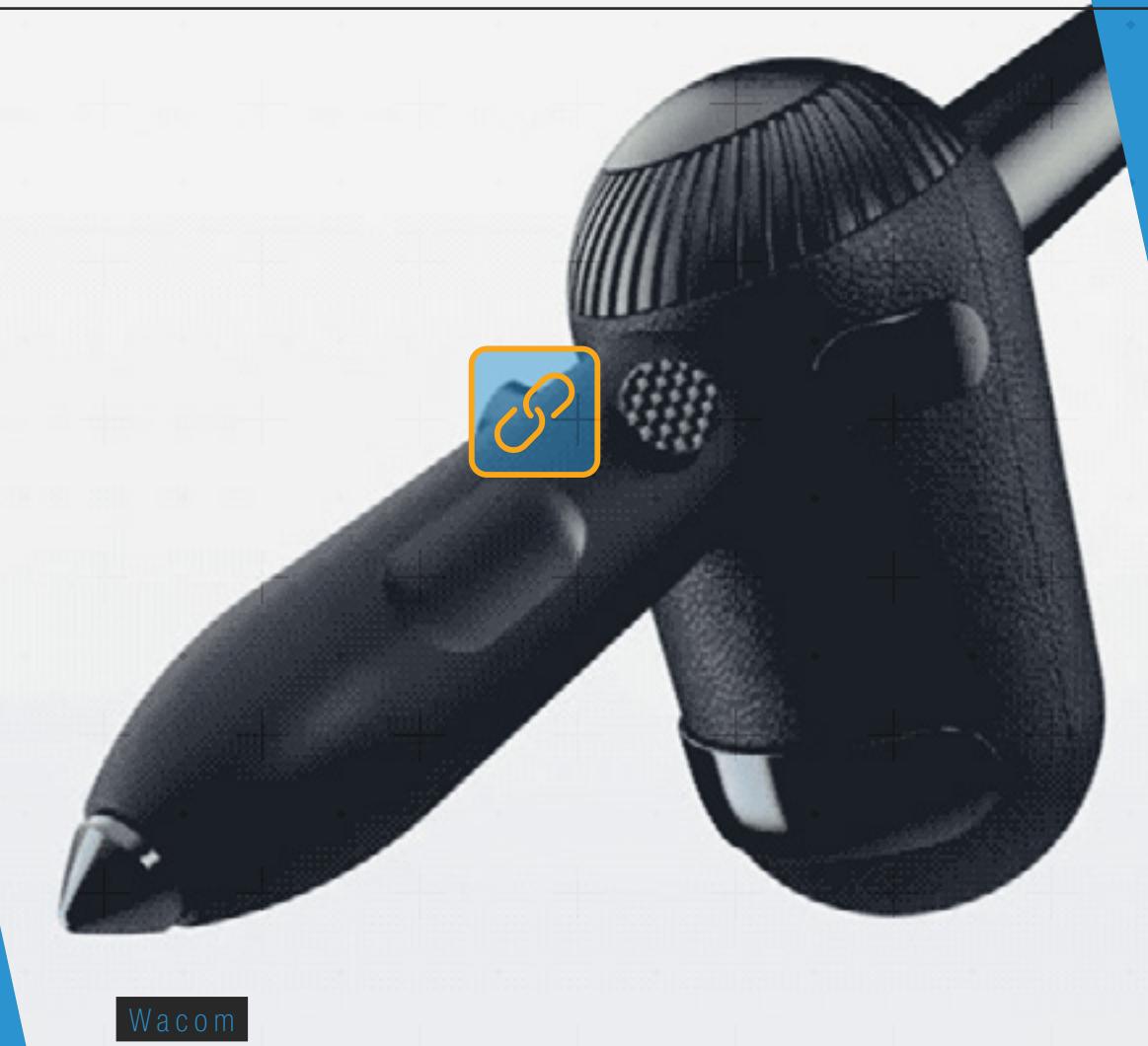


Virtual Reality Oasis

La réalité virtuelle, comment cela fonctionne-t-il ?



Microsoft

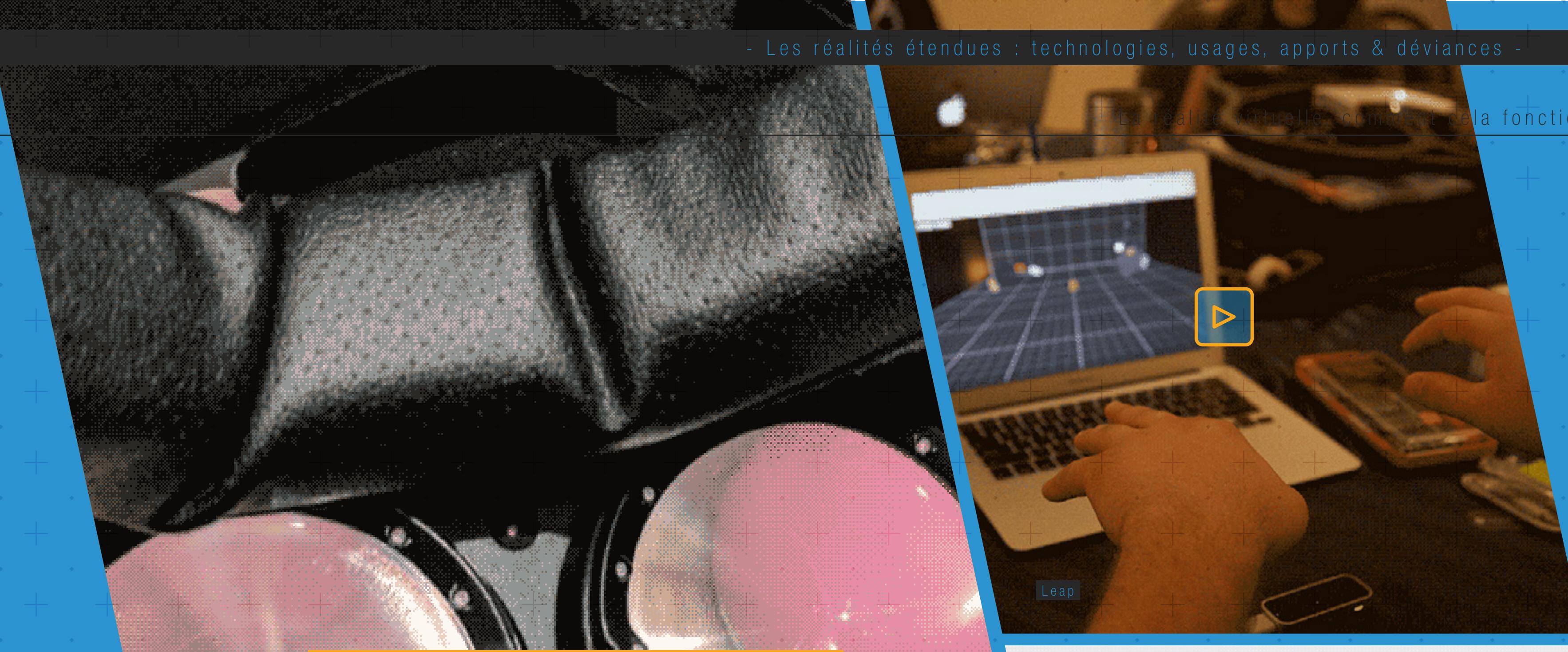


Wacom

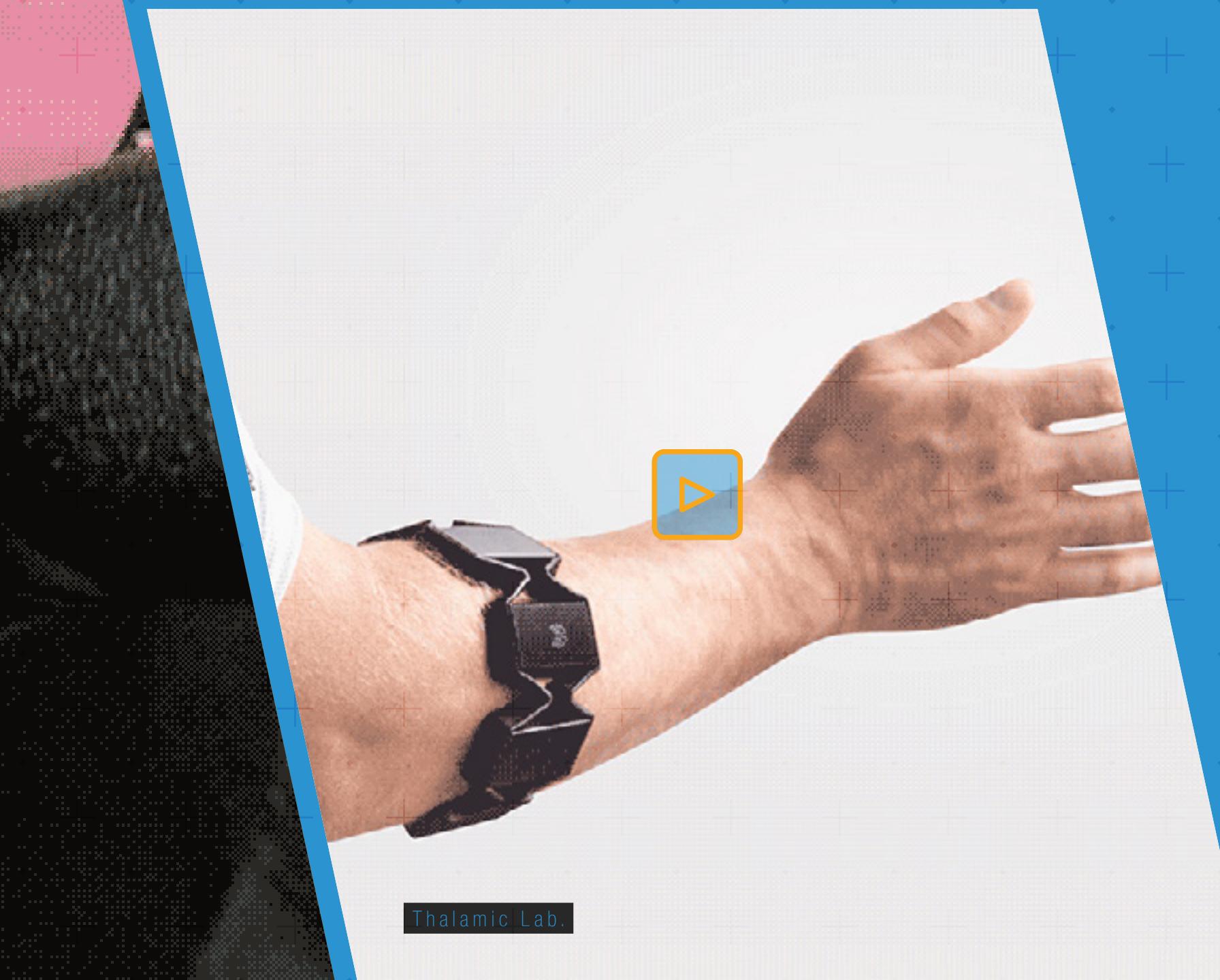


Microsoft

Voice coil



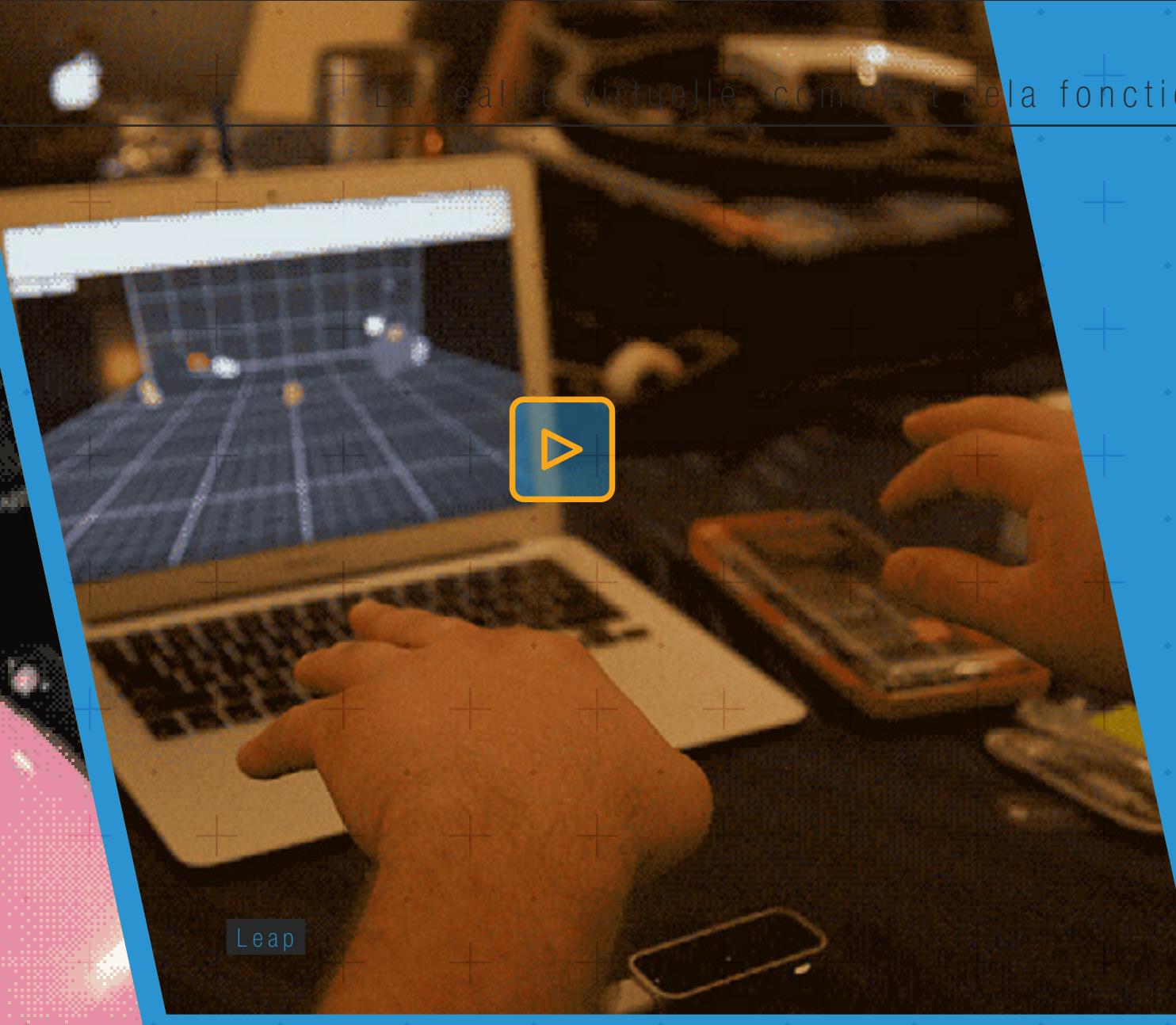
Vive Pro : Suivi de l'oeil



Thalamic Lab.



Tobii



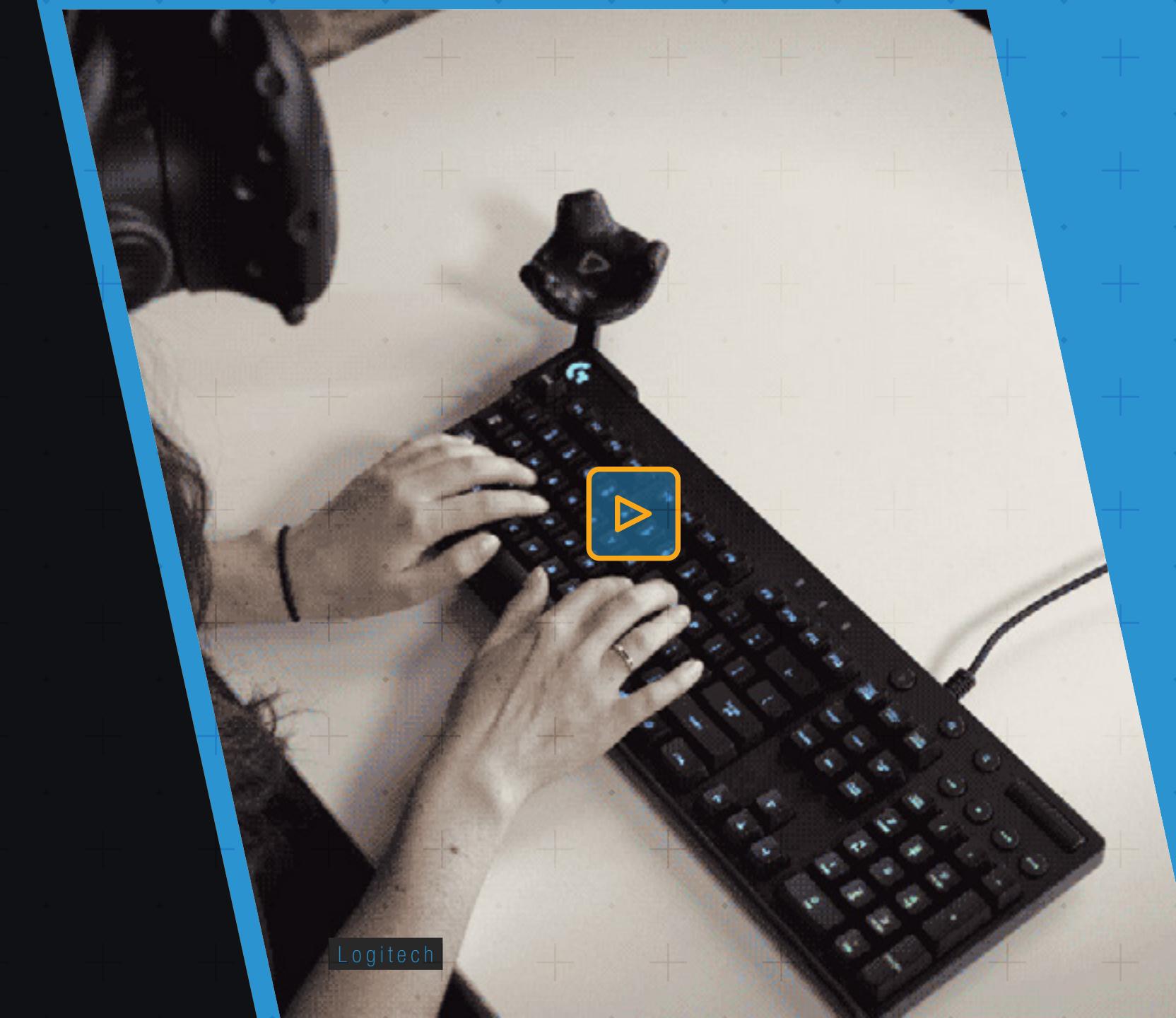
Leap



Plexus



HTC

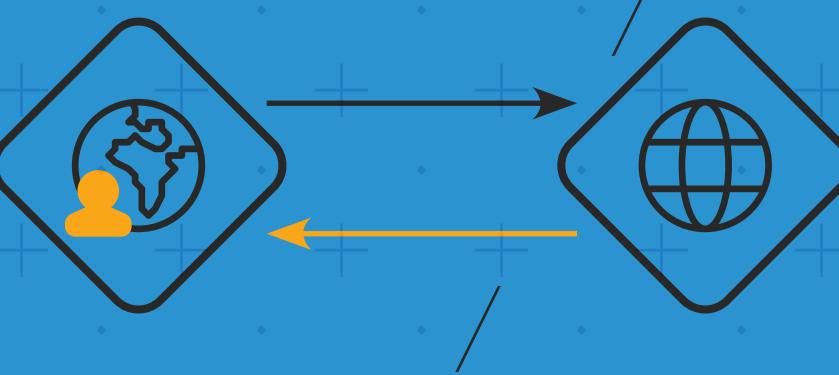


Logitech

Déplacements



Virtuel  Réel : **perception** (immersion)



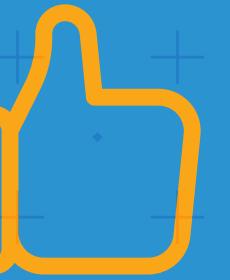
Les interfaces sensori-motrices : **visiocasques**,
salle d'immersion (CAVE), gants ou bras haptique...

Elles apportent un retour **sensori-moteur de l'action**
réalisée dans l'environnement virtuel : images, vibrations,
force de résistance, vent, accélération,etc.



Les visiocasques (ou HMD*)

Les casques pour smartphones



- **Taux de pénétration** des smartphones ;
- équipement **très bon marché** (abstraction faite du coût du smartphone) ;
- encombrement faible.



- Suivi de mouvement (3DdL, gyroscopes) ;
- **puissance** de traitement graphique **limitée** ;
- **ralentissements** potentiels.

*HMD : Head Mounted Display

Les visiocasques (ou HMD)

Casques de réalité virtuelle

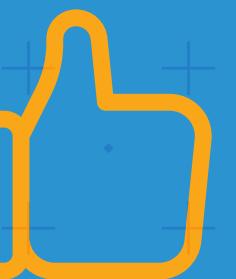
- Meilleure interactivité (6DdL, système de suivi performant) ;

- contrôleurs 6 DdL ;

- écran **haute résolution** ;

- capacité de **rendu** ;

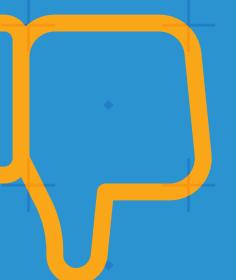
- possibilités de **modules supplémentaires**.



- Nécessite un **ordinateur performant** ;

- présence d'un **câble**, potentiel réducteur d'immersion (voir kits sans fils);

- matériel **coûteux** (HMD + PC).



Development Kit





Les visiocasques (ou HMD)

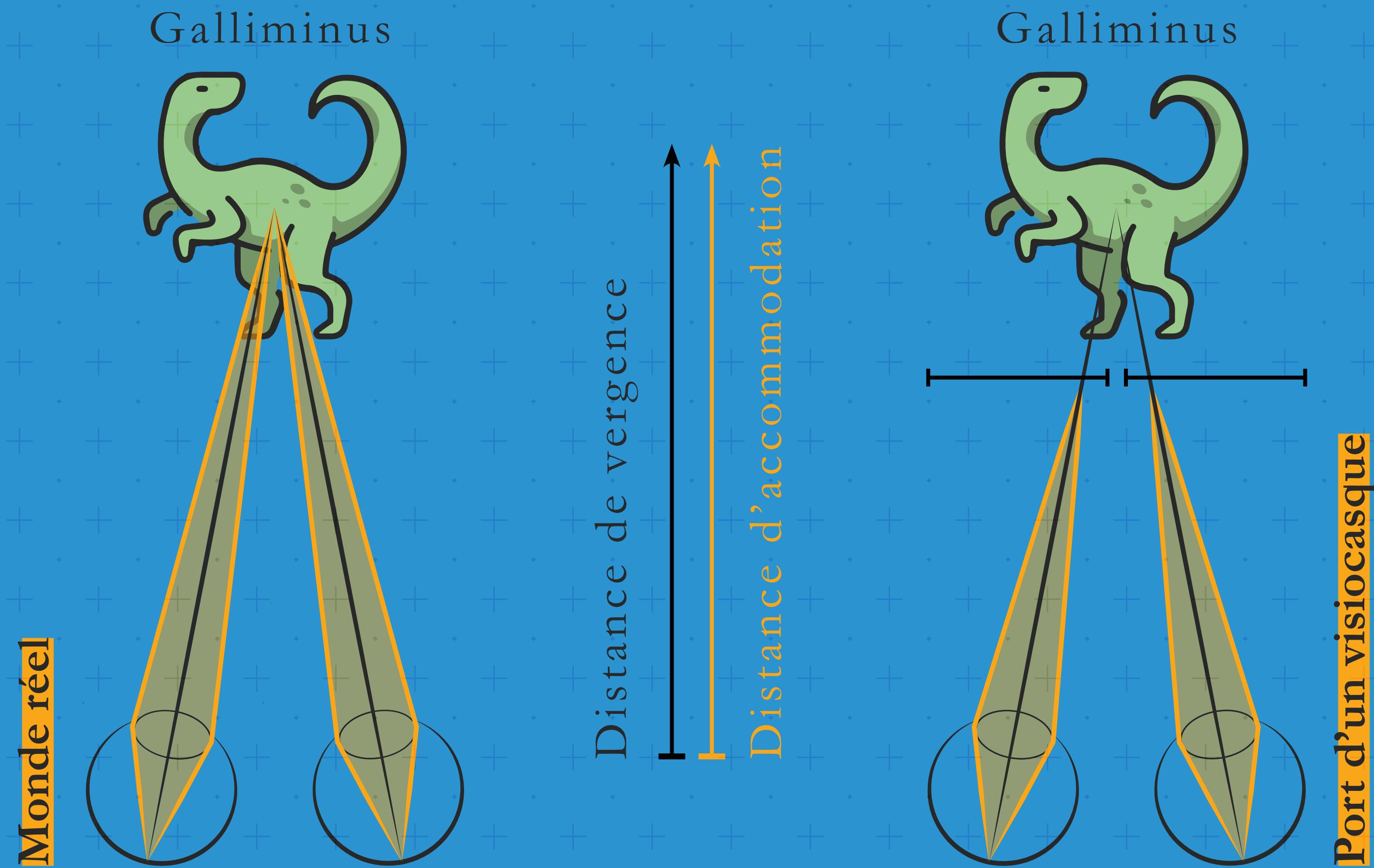
Les casques de réalité virtuelle autonomes

- Pas de **câble** ;
 - **plus puissant** qu'un smartphone ;
 - solution **tout-en-un** (pas besoin d'ordinateur).
- +
- **Faible autonomie** ;
 - **moins puissant** que les casques filaires ;
 - contraintes liées aux **systèmes d'exploitation**.

La réalité virtuelle, comment cela fonctionne-t-il ?

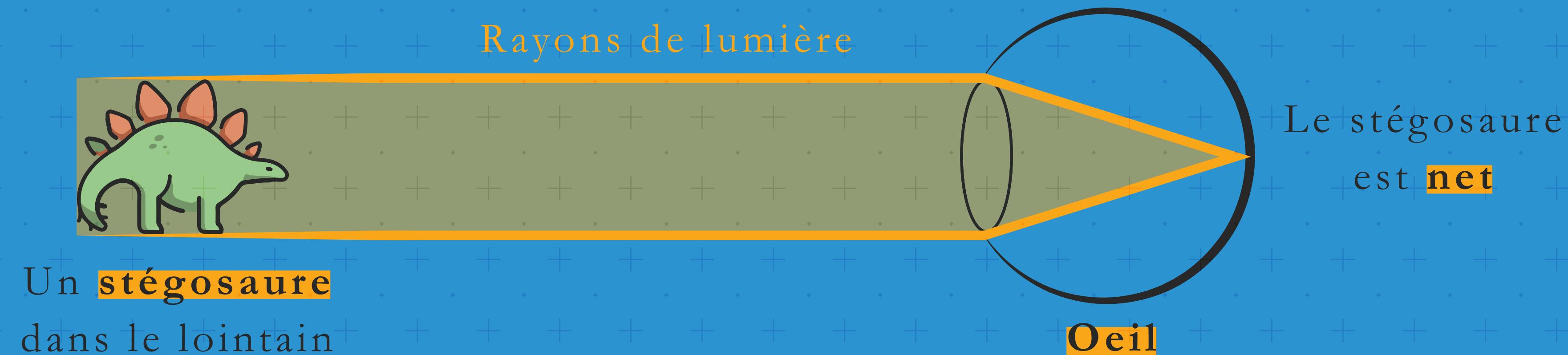


La stéréoscopie



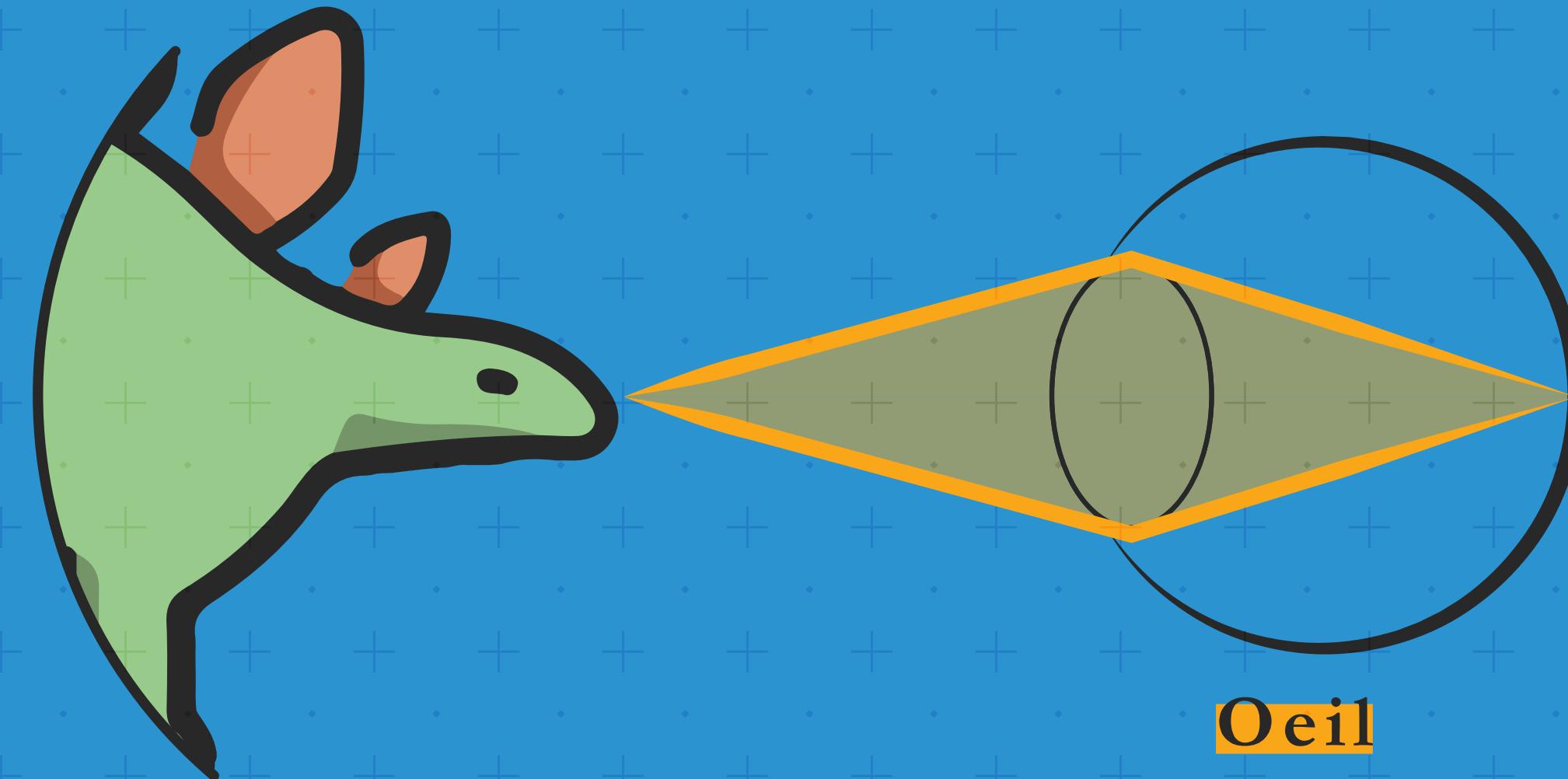


L'utilité des lentilles dans un visiocasque



La réalité virtuelle, comment cela fonctionne-t-il ?

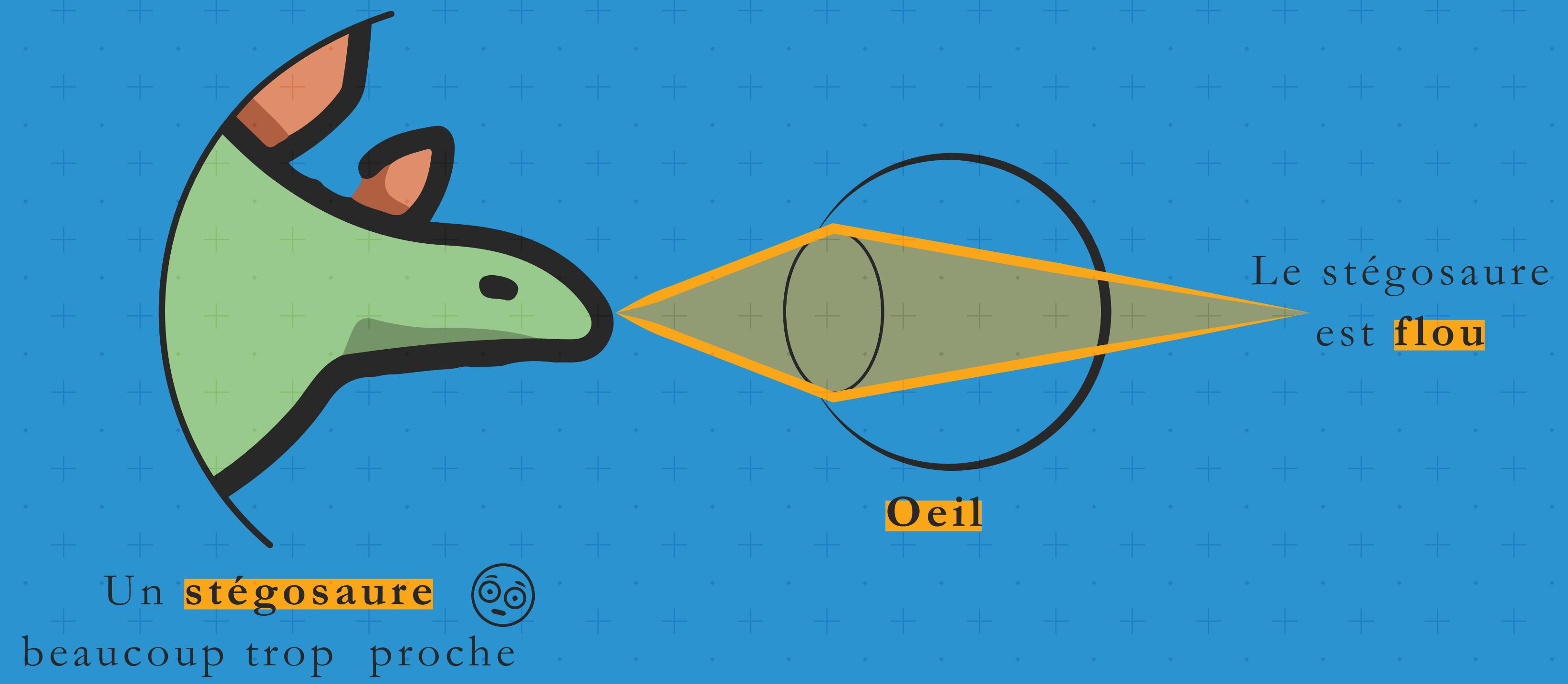
L'utilité des lentilles dans un visiocasque



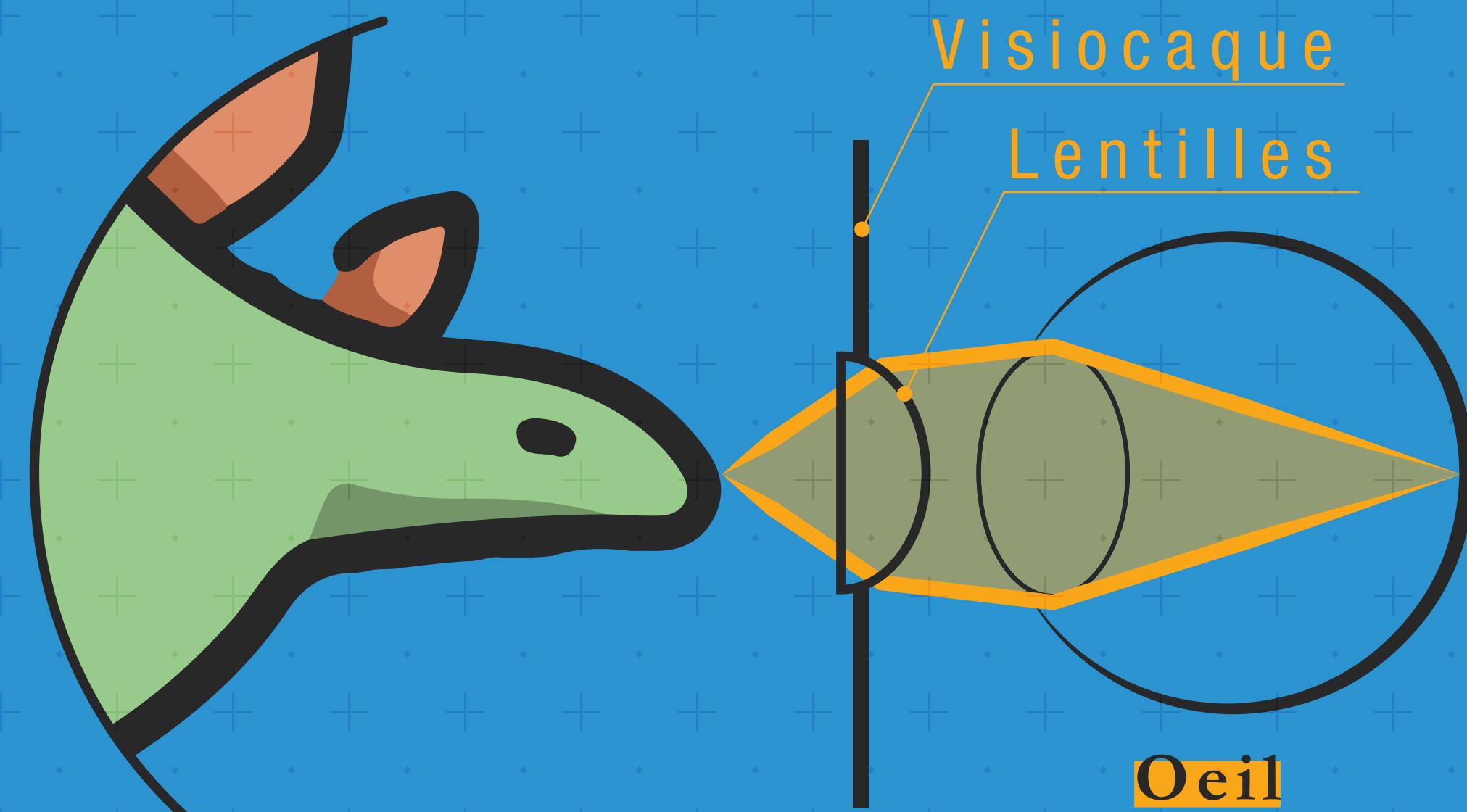
Un **stégosaure**
assez proche

Le stégosaure
est toujours **net**

L'utilité des lentilles dans un visiocasque



L'utilité des lentilles dans un visiocasque

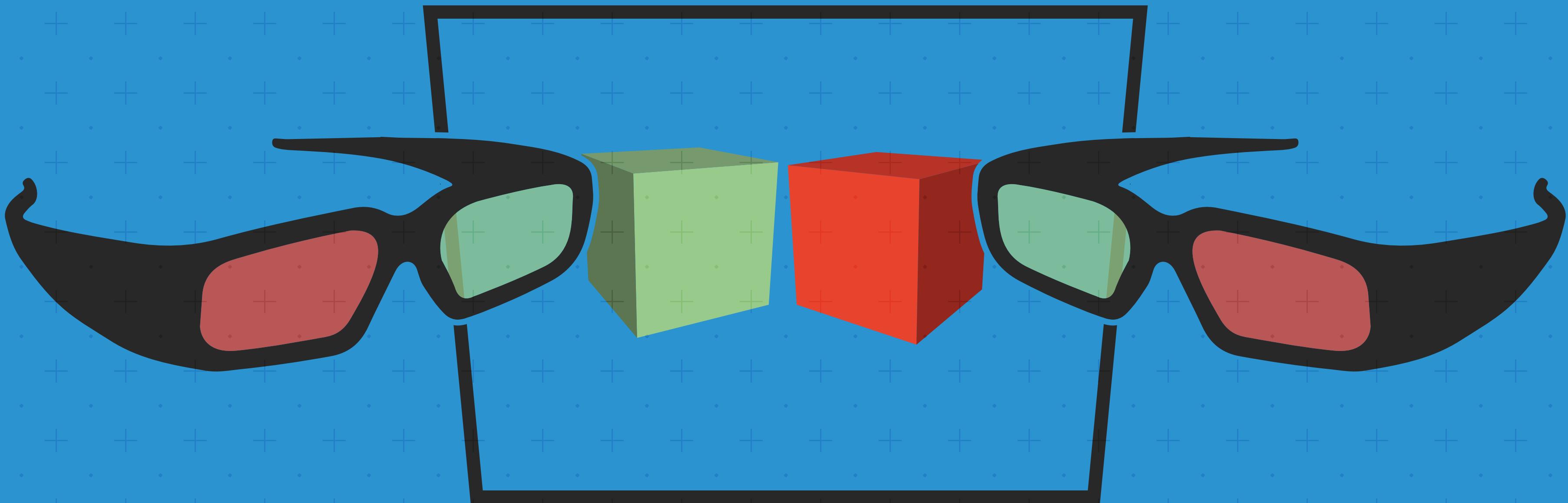


Un **stégosaure virtuel**
toujours trop proche

Le stégosaure
virtuel est **net**

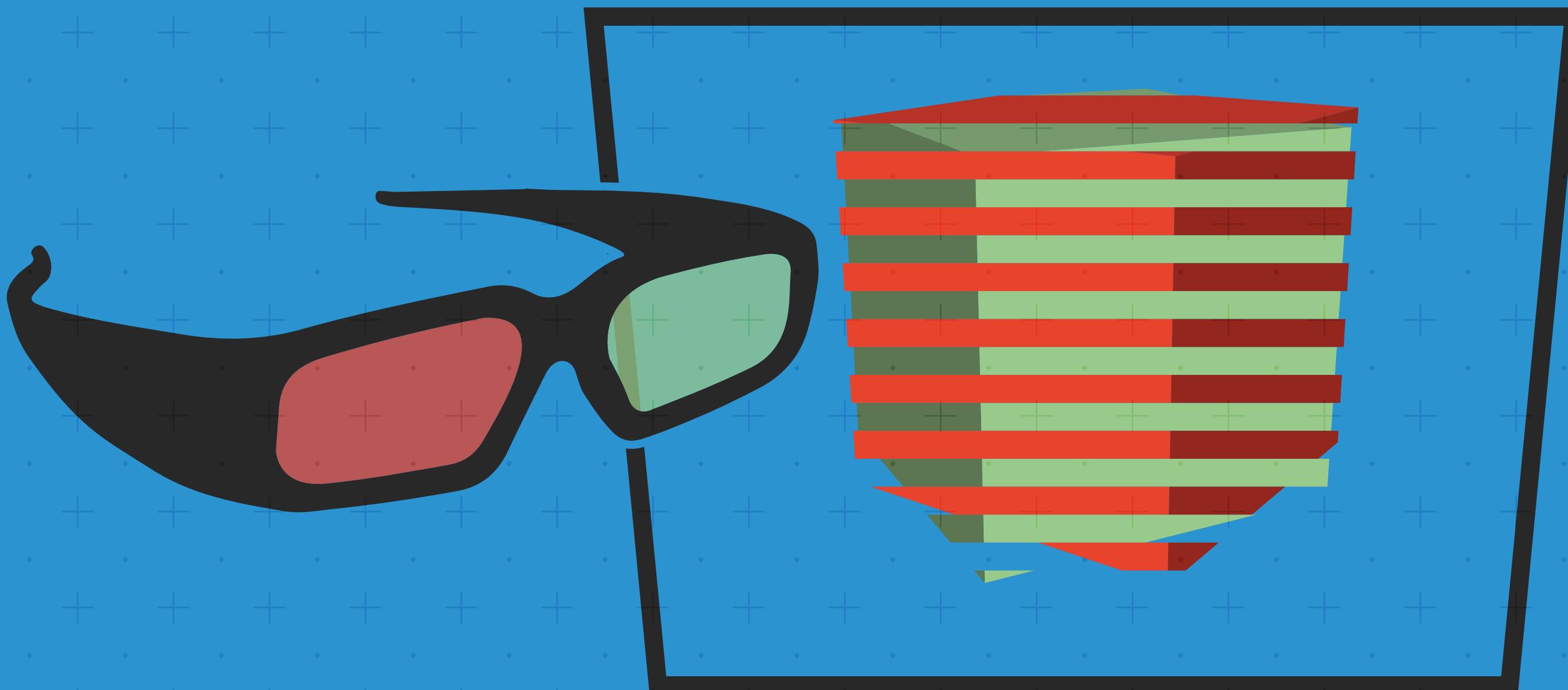


Stéréoscopie sur écran (120 Hz)



Stéréoscopie **active**

Stéréoscopie dans un CAVE



Stéréoscopie **passive** (polarisée)

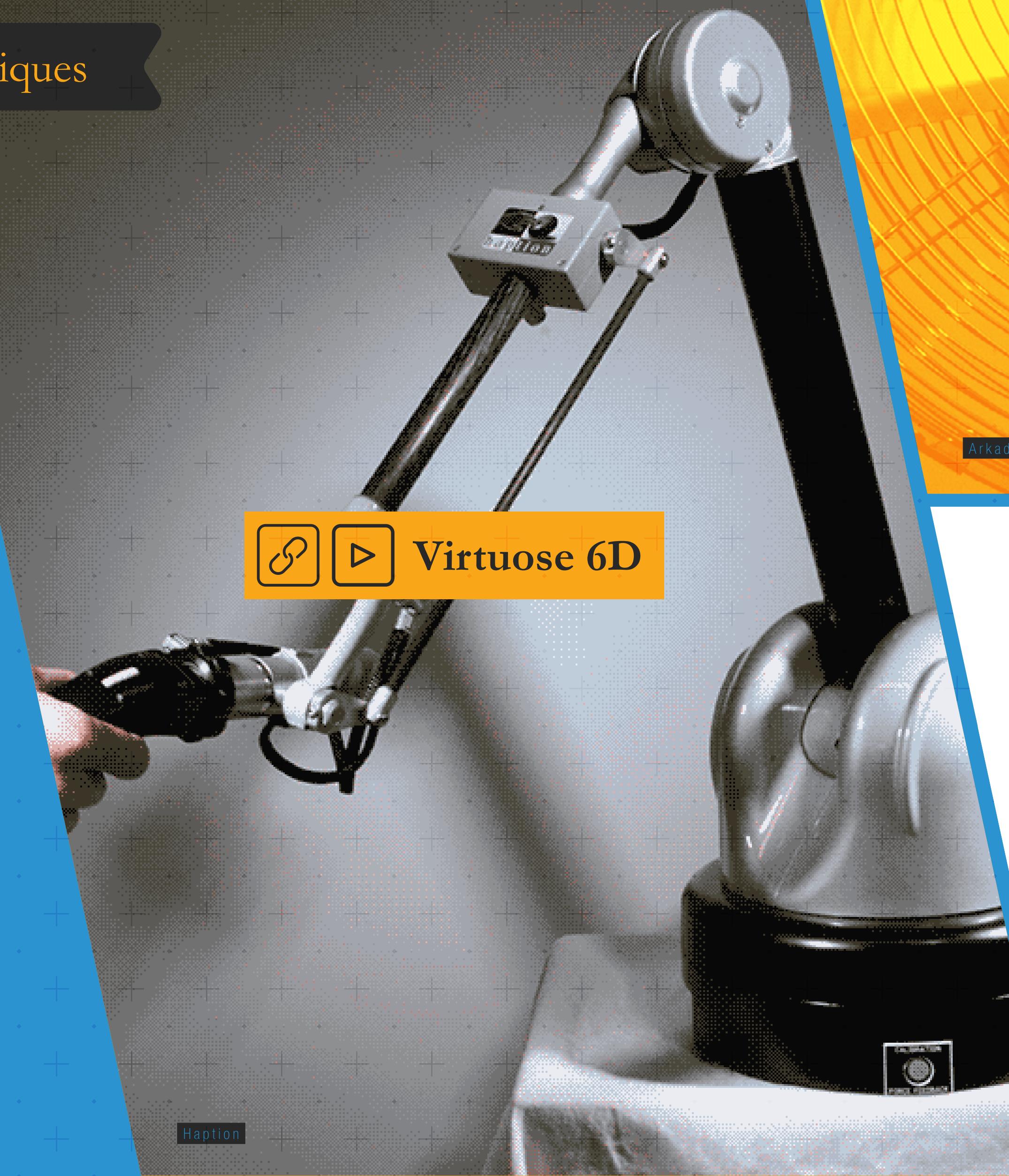


La réalité virtuelle, comment cela fonctionne-t-il ?

Quid des autres sens ?

La réalité virtuelle, comment cela fonctionne-t-il ?

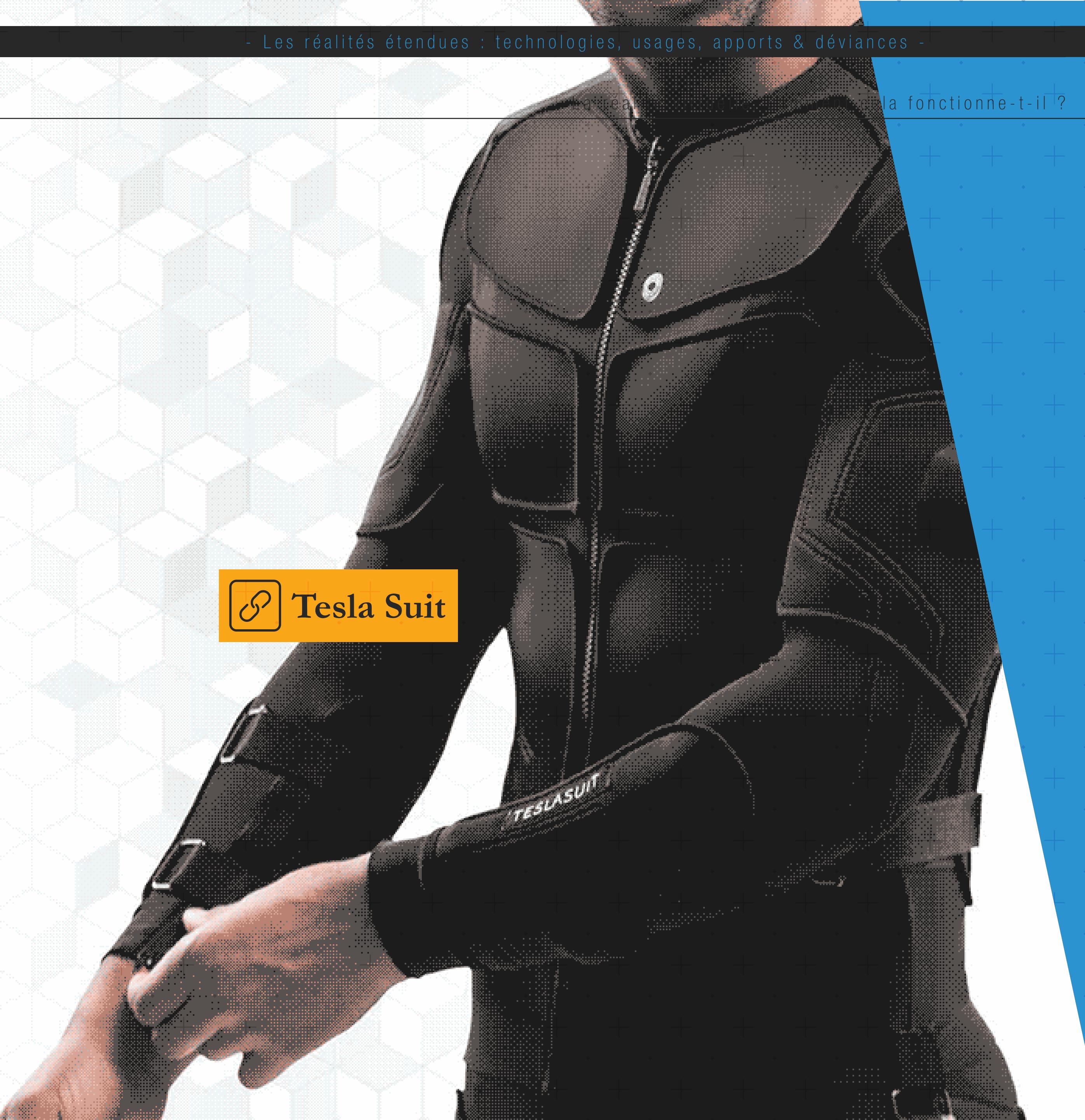
Interfaces Haptiques



Interfaces Haptiques



Tesla Suit



Interfaces Haptiques



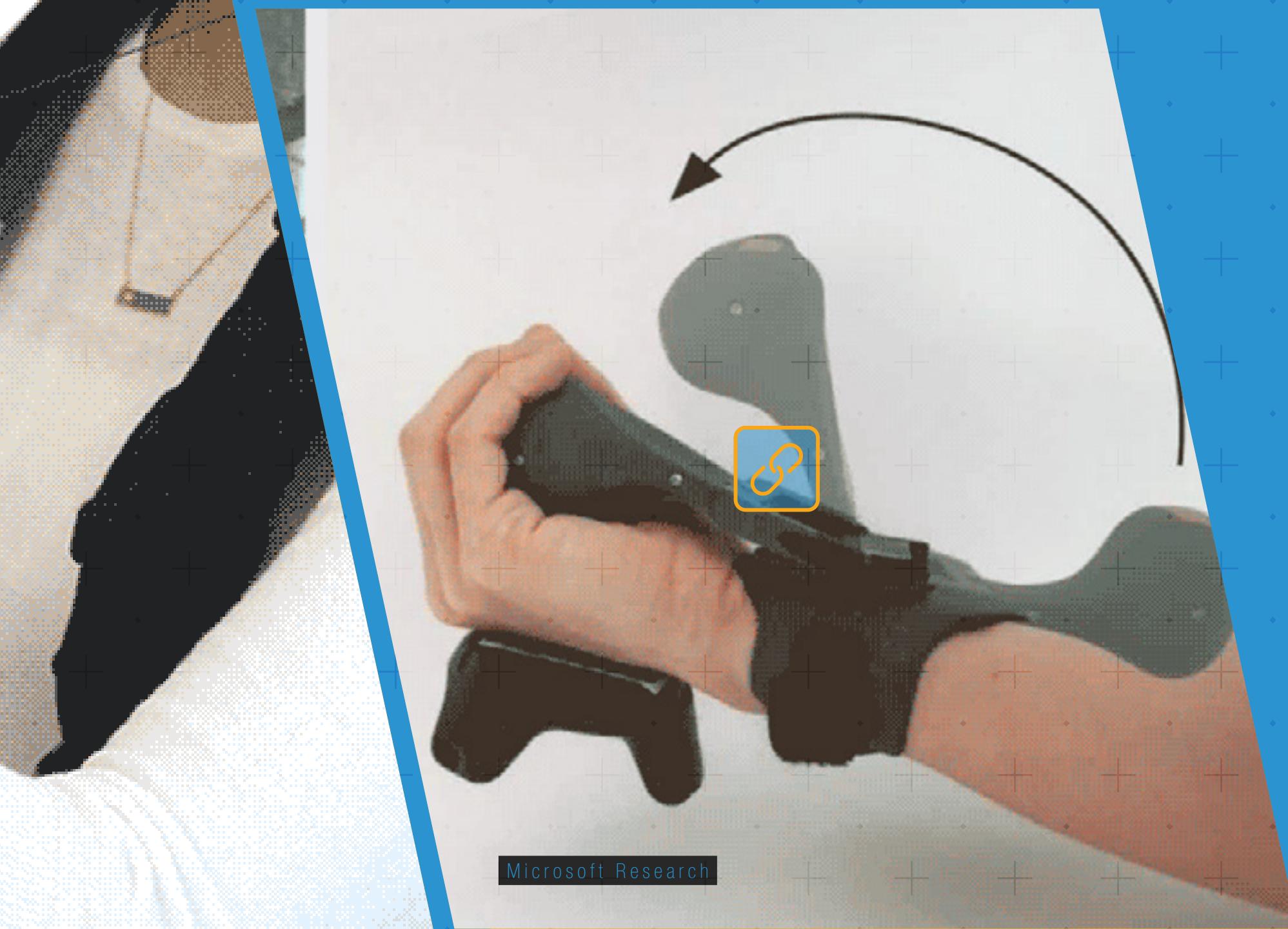
Interfaces Haptiques



Cathy Fang

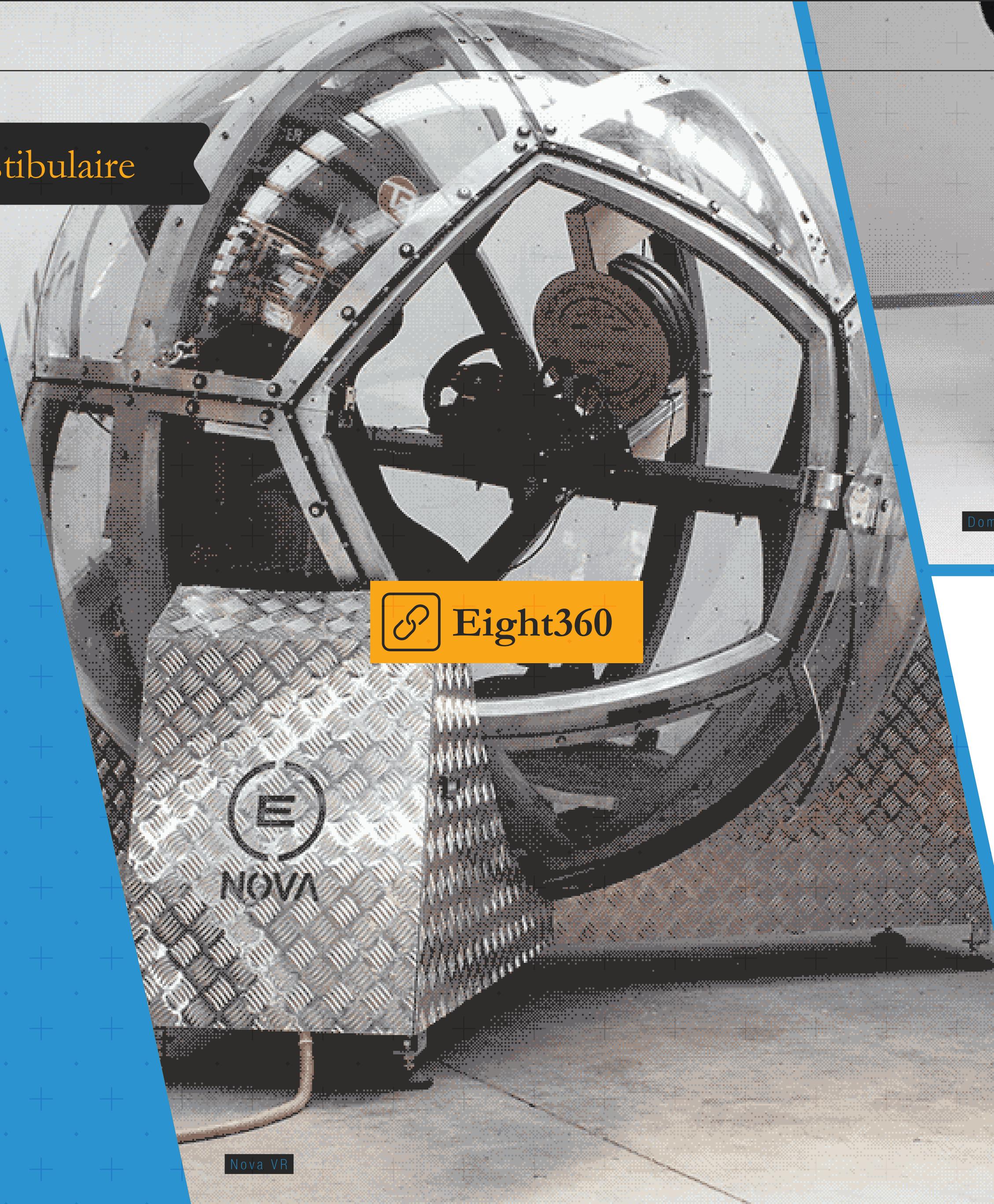


Microsoft Research

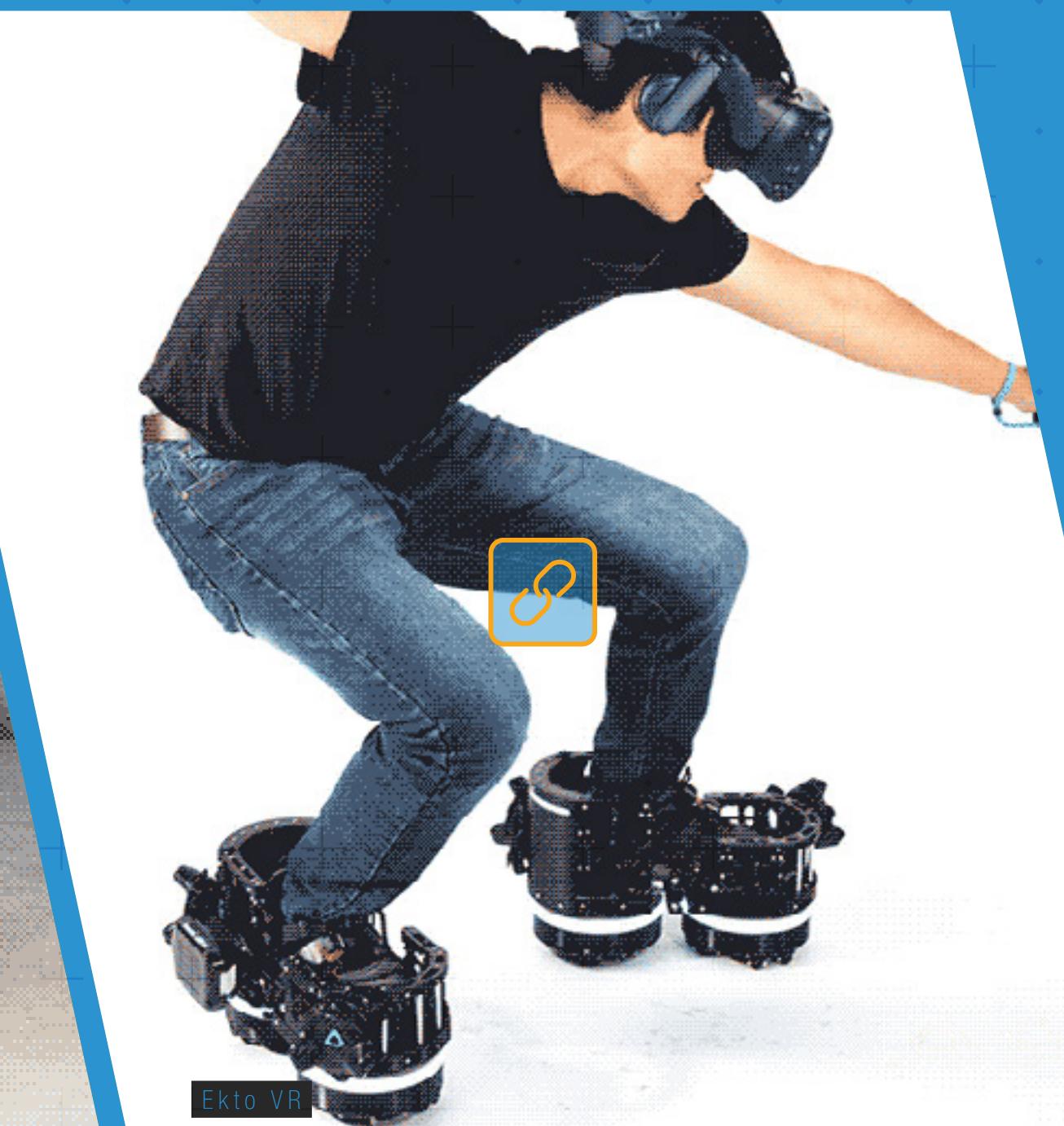


La réalité virtuelle, comment cela fonctionne-t-il ?

Système vestibulaire



Nova VR



Dominik Schmidt

Thermoréception



La réalité virtuelle, comment ça fonctionne-t-il ?

La réalité virtuelle, comment cela fonctionne-t-il ?

Sons spatialisés

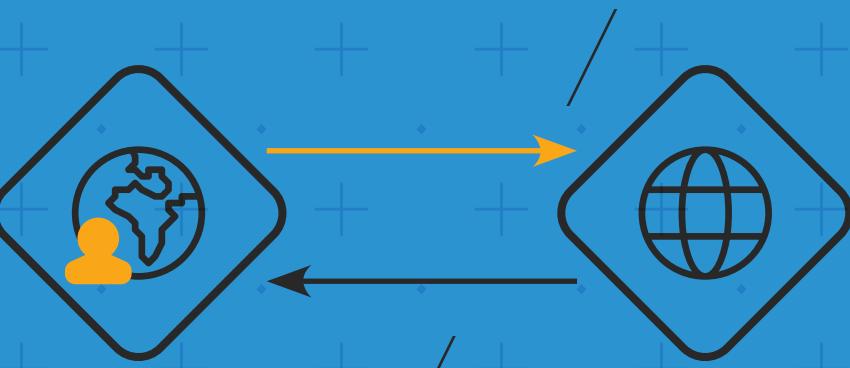


La réalité virtuelle, comment cela fonctionne-t-il ?

Les goûts & les odeurs ?



Réel → Virtuel : Acquisition & réactions

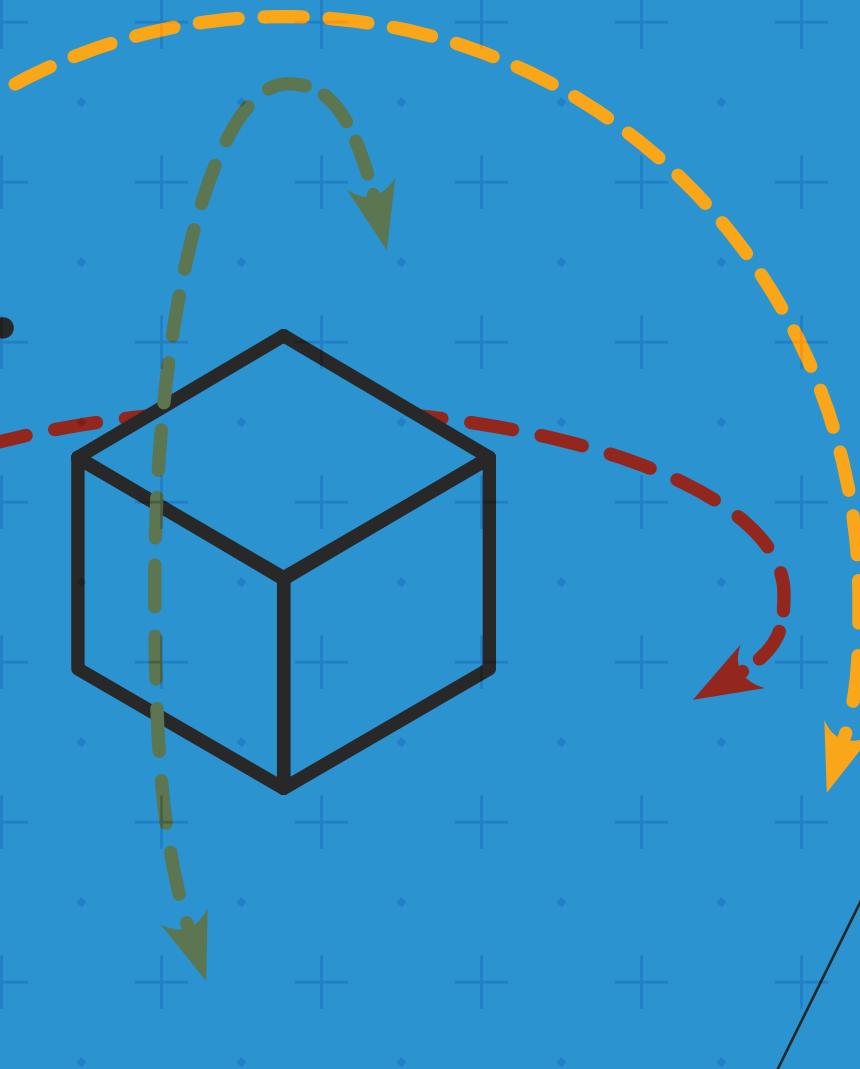


Le tracking : Grâce aux **capteurs**, l'utilisateur est **positionné** et **suivi** dans l'environnement virtuel.

Ces systèmes augmentent grandement le **sentiment de présence**, car l'environnement **semble indépendant** de l'utilisateur.

Le tracking (suivi de position)

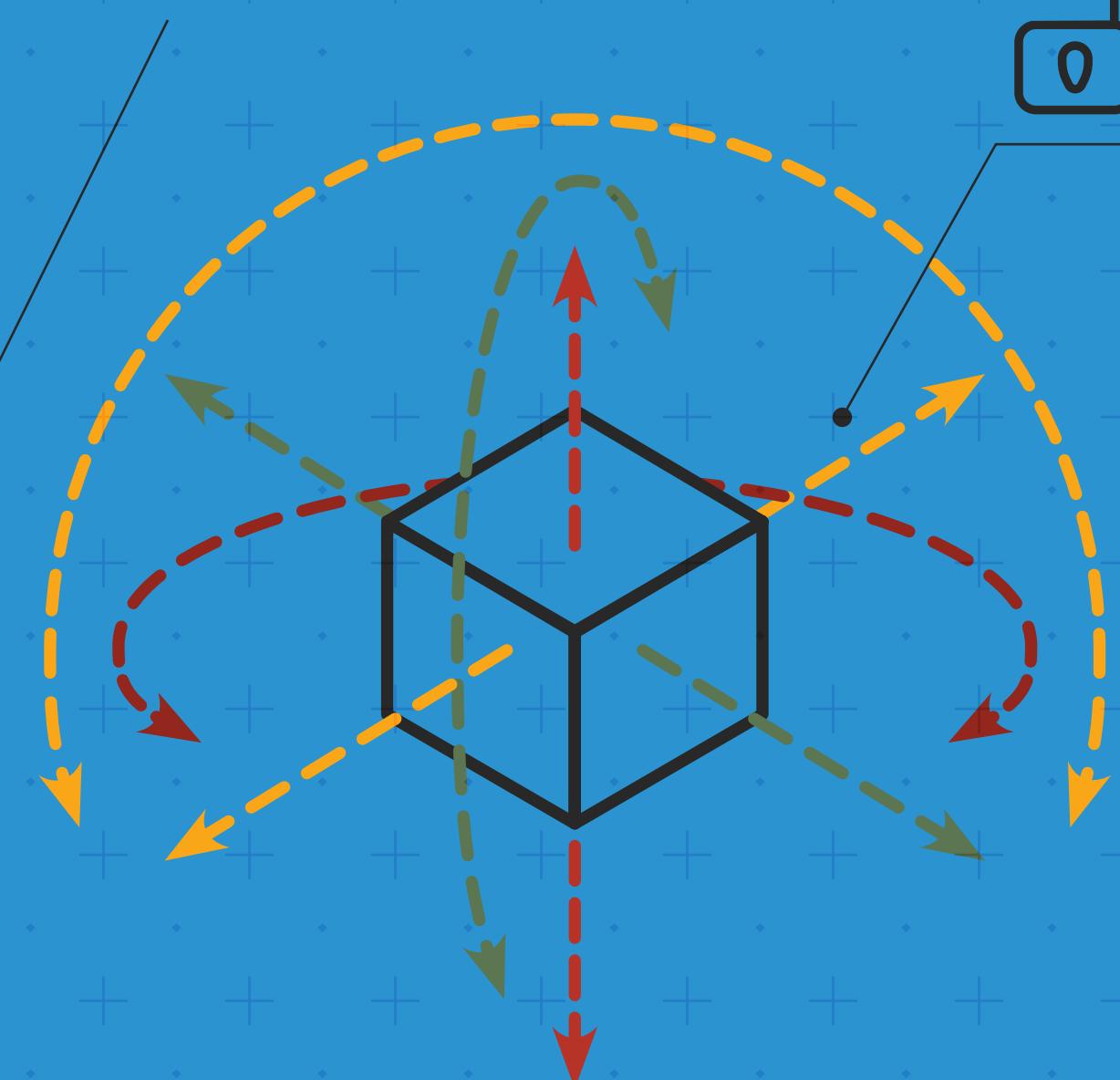
 L'environnement virtuel est **enchaîné** à l'utilisateur



3 degrés de liberté

Visiocasques pour smartphones

 L'environnement virtuel est **indépendant** de l'utilisateur



6 degrés de liberté

« Vrais » visiocasques



Le tracking (suivi de position)

Toutes les technologies de suivi reposent sur l'utilisation de **gyroscopes** et d'**accéléromètres**.



Équations différentielles

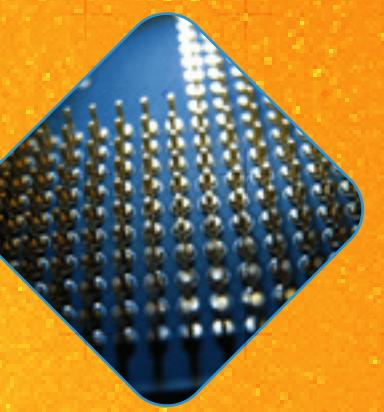
Accélération \rightarrow Vitesse \rightarrow Distance

! Une dérive « **vers l'infini et au-delà !** »

La réalité virtuelle, comment cela fonctionne-t-il ?

Création de **systèmes optiques de correction de la dérive** !





Les constellations (technologie Oculus Rift)

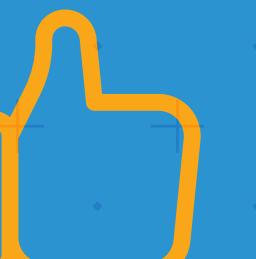
- **Constellation de LED IR** sur le visiocasque ;
- caméra avec **filtres IR** ;
- recouplement des données de positions et des **données issues des gyroscopes**.
 -
- Coût d'intégration **faible** ;
- suivi de position de **très bonne qualité** ;
 -
 -
- fonctionne dans la plupart des conditions.
 -
- Tous les équipements **doivent être connectés** en USB à l'ordinateur ;
- **problème de bande passante USB** sur un gros nombre de cartes mères.

Les « lighthouses » (technologie SteamVR)

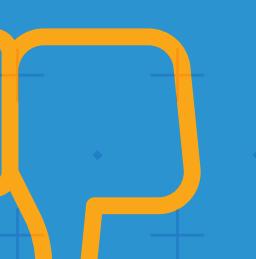
- « Lighthouses » émettant des **lasers IR** sur de **grands angles**.
- Périphériques équipés de **capteurs IR** et d'un processeur calculant le **temps entre chaque flash laser** émis par les différentes « lighthouses ».



- Volume, possibilité d'utiliser jusqu'à **16** « lighthouses » simultanément ;
- suivi de position de **très bonne qualité** ;
- **Pas de connexion** à l'ordinateur (lighthouses).



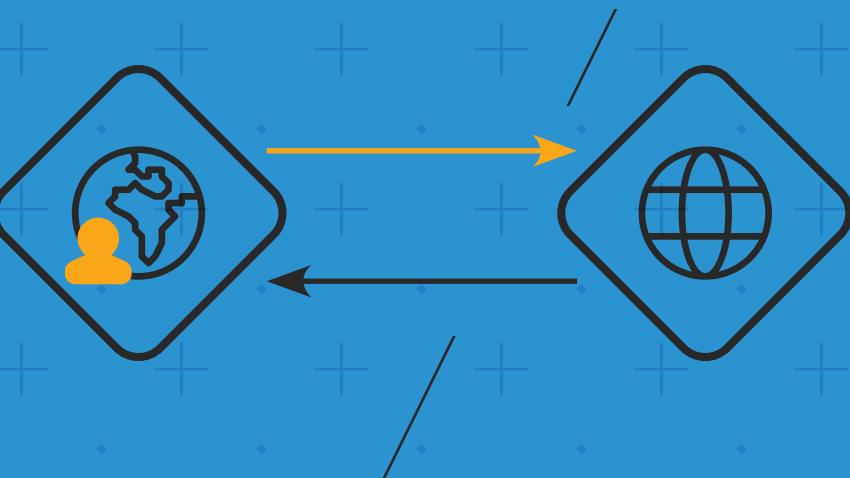
- Système le plus coûteux ;
- La présence de moteurs demande une **bonne fixation** (murale) afin d'éviter les vibrations ;
- Les surfaces réfléchissantes causent des **glitches**.



Suivi de position vidéo (inside-out)



- Au moins **deux caméras** sur le visiocasque pour capturer l'environnement en **stéréoscopie** ;
 - utilisation d'algorithme de **reconnaissance d'image**, « Simultaneous Location And Mapping » (SLAM).
-
- **Aucune connexion externe** requise ;
 - **Très peu coûteux** ;
-
- Ne **fonctionne pas ou mal** dans un **environnement sombre** ;
 - Si les contrôleurs sont **hors du champ de vision** des caméras, **ils ne sont plus suivis** (occlusion).

Réel  Virtuel : Réactions & perception

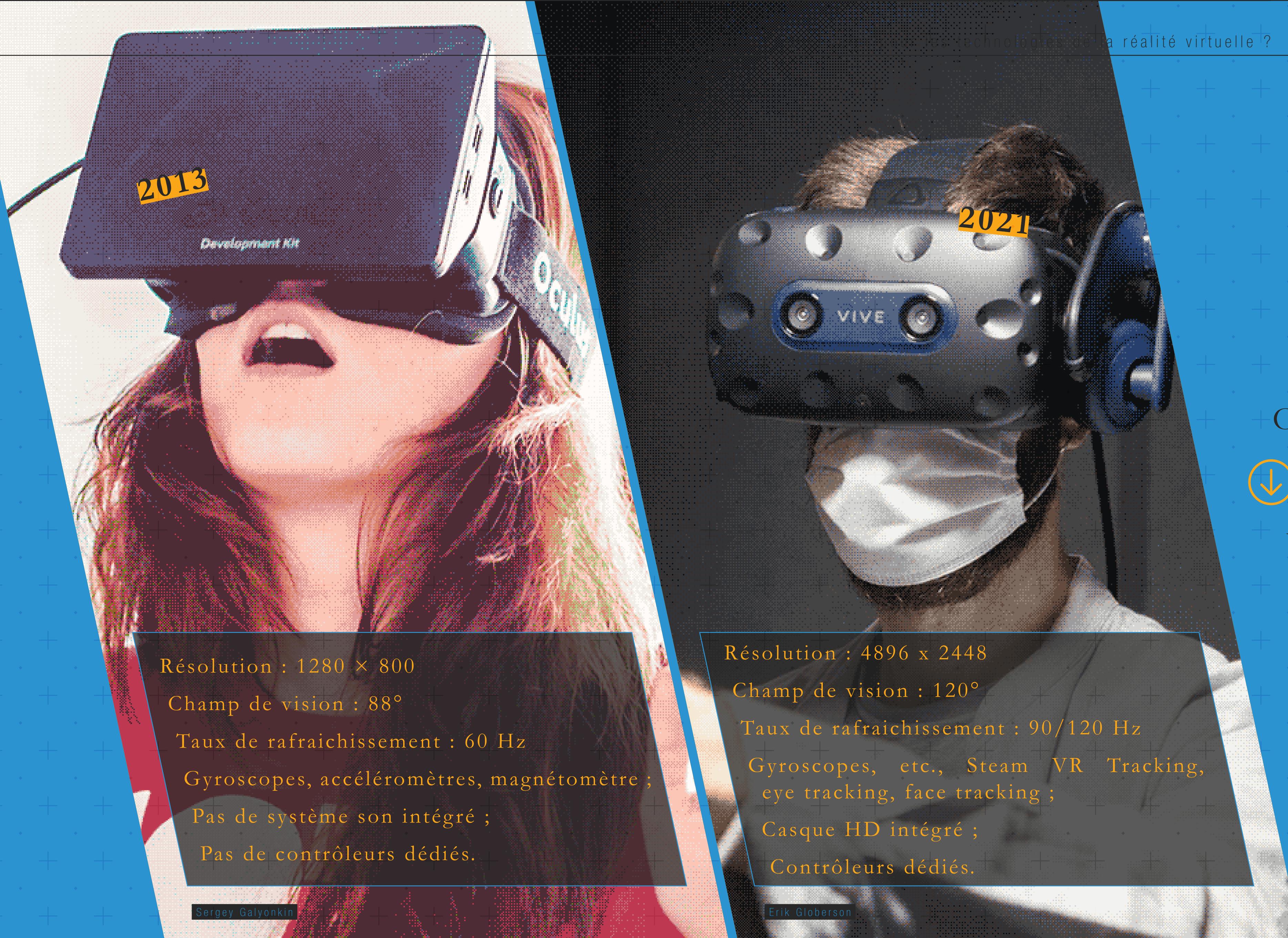
Le temps réel : les réactions de l'ordinateur aux actions de l'utilisateur doivent être **de l'ordre de quelques millisecondes**, sans quoi le sentiment de présence ne peut que difficilement saisir la personne immergée.

Quel futur pour les technologies de la réalité virtuelle ?

Les **évolutions matérielles**
dans un **futur proche** ?







Résolution : 1280×800

Champ de vision : 88°

Taux de rafraîchissement : 60 Hz

Gyroscope, accéléromètre, magnétomètre ;

Pas de système son intégré ;

Pas de contrôleurs dédiés.

Sergey Galyonkin

Résolution : 4896×2448

Champ de vision : 120°

Taux de rafraîchissement : 90/120 Hz

Gyroscope, etc., Steam VR Tracking,
eye tracking, face tracking ;

Casque HD intégré ;

Contrôleurs dédiés.

Erik Globerson

Oculus DK1

8 ans

Vive Pro 2

Quel futur pour les technologies de la réalité virtuelle ?

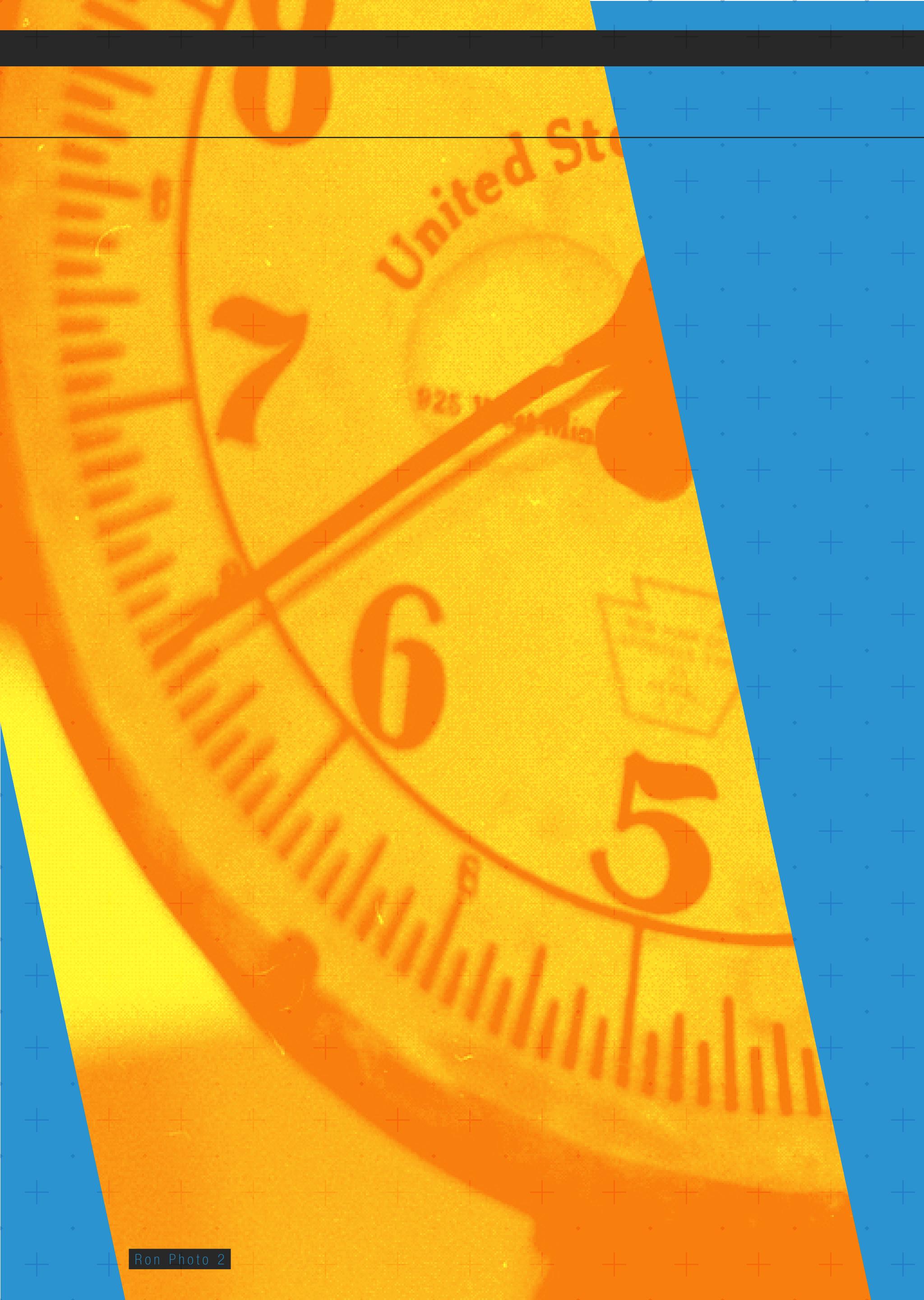
Où en serons-nous en **2060** ?



Dans un futur **plus proche** ?

Retour sur les prévisions de 2018...

 Michael Abrash



Pour les visiocasques

Une réduction importante
du **poids des périphériques**...

👎 entre 500 à 900 grammes.

Quel futur pour les technologies de la réalité virtuelle ?

Pour les visiocasques

Une augmentation du champ de
vision de **140°** à **200°**.



120°



200°

Quel futur pour les technologies de la réalité virtuelle ?

Pour les visiocasques

La **très haute résolution** pour tous.

(Display PORT 2.0)



Quel futur pour les technologies de la réalité virtuelle ?

Pour les visiocasques

Système de **suivi de l'oeil** très précis.



Quel futur pour les technologies de la réalité virtuelle ?

Pour les visiocasques

Gain de performance grâce au **rendu ciblé**.



Quel futur pour les technologies de la réalité virtuelle ?

Pour les visiocasques

Profondeur de champ **dynamique**,
comme l'oeil humain.

Quel futur pour les technologies de la réalité virtuelle ?

Les interfaces sensori-motrices ?

Une utilisation prépondérante des
mains nues pour l'interaction.

Quel futur pour les technologies de la réalité virtuelle ?

Des **avatars** et **agents** réalistes

(hors de la «uncanny valley»)



Quel futur pour les technologies de la réalité virtuelle ?

Création d'environnements virtuels
persistants multi-utilisateurs,

l'Oasis fictive, ou le Azeroth bien « réel » !



remy.eynard@ensam.eu - Professeur en méthodologies de conception et technologies des réalités étendues

LES RÉALITÉS ÉTENDUES

Technologies, usages, apports & déviances