

THÈSE DE DOCTORAT

INVESTIGATION DE L'IMPACT DE L'INTERACTION
SOCIALE **VOCAL**E SUR L'EXPÉRIENCE **UTILISATEUR** DANS
LES **ENVIRONNEMENTS 3D** TEMPS-RÉEL IMMERSIFS

Eynard Rémy

JURY

PR. **NATKIN** STÉPHANE, PR. **CHEVAILLIER** PIERRE ▶ Rapporteurs
PR. **MOREAU** GUILLAUME, PR. **GEORGE** SÉBASTIEN, DR. **CHRISTMANN** OLIVIER ▶ Examineurs
PR. **RICHIR** SIMON, DR. **PALLOT** MARC ▶ Encadrants

PLAN DE LA PRÉSENTATION

INTRODUCTION

Motivations, problématique & questions de recherche

ÉTAT DE L'ART

Interactions sociales, expérience utilisateur & réalité virtuelle

MÉTHODOLOGIE

Mesures et expérimentations

EXPÉRIMENTATIONS

Répondre par l'étude empirique

RÉSULTATS

Comprendre & analyser

CONCLUSION

Apports & enseignements

INTRODUCTION

Motivations, problématique & questions de recherche

INTRODUCTION - MOTIVATIONS

CONTEXTE SOCIO-TECHNOLOGIQUE

Un monde **hyper-connecté**,
lieu de nombreuses interactions sociales

INTRODUCTION - MOTIVATIONS

CONTEXTE TECHNOLOGIQUE

Démocratisation de la réalité virtuelle,
des outils de plus en plus accessibles

Travail collaboratif à distance

(PALLOT, 2011)

Formation

(RHIENMORA, 2011)

Soins psychologiques

(BRINKMAN, 2012)

INTRODUCTION - **MOTIVATIONS**

CONTEXTE TECHNOLOGIQUE

Comprendre l'**interaction sociale**
en environnement virtuel.

INTRODUCTION - **MOTIVATIONS**

CONTEXTE TECHNOLOGIQUE

L'expérience utilisateur, outil de
conception et de **compréhension**.

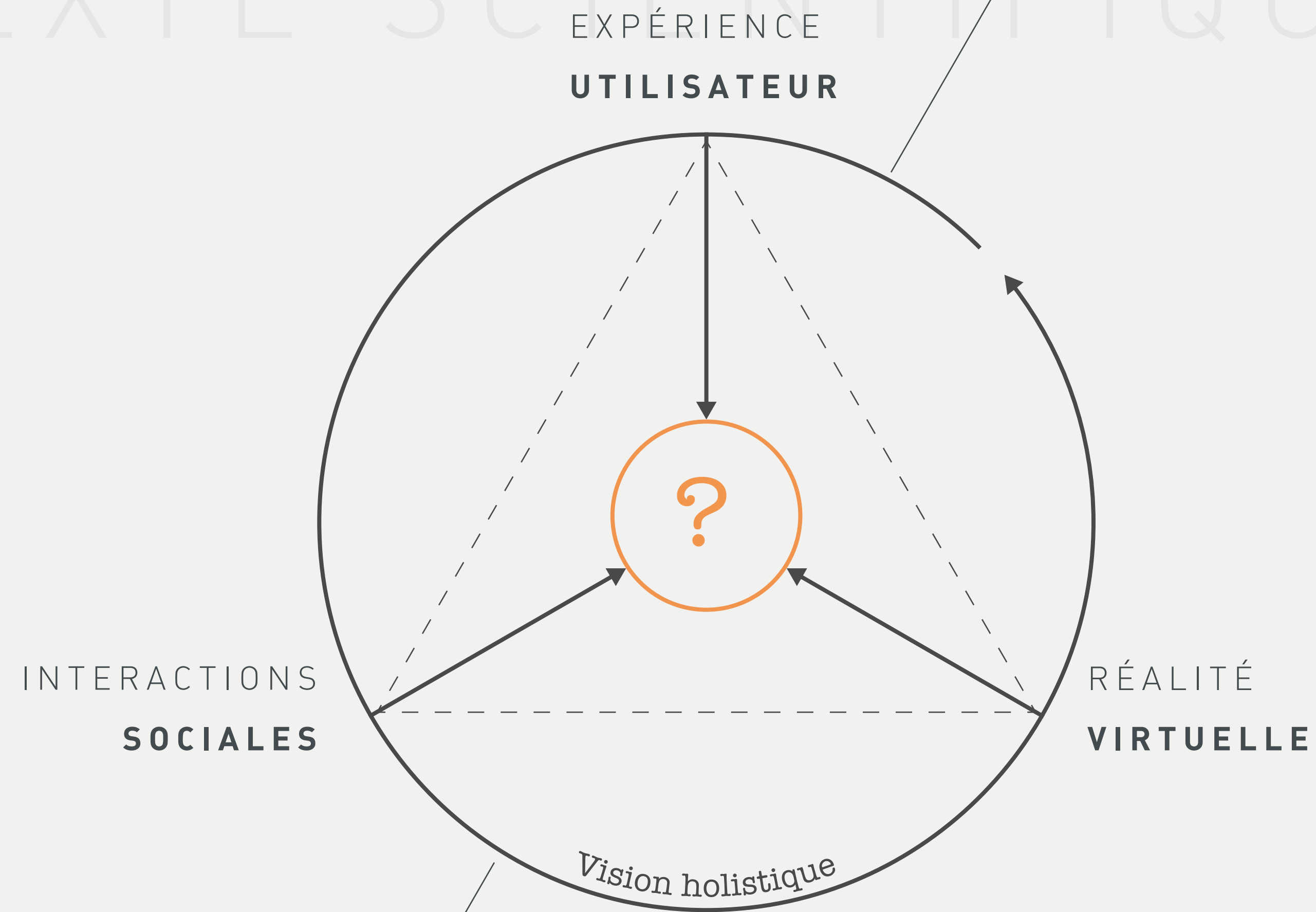
INTRODUCTION - **MOTIVATIONS**

CONTEXTE SCIENTIFIQUE

Manque de travaux à la **confluence** des
trois thèmes évoqués.

INTRODUCTION - **MOTIVATIONS**

CONTEXTE SCIENTIFIQUE



INTRODUCTION - QUESTIONS DE RECHERCHE

QUESTION 1

Les interactions sociales ont-elles un **impact** sur l'expérience utilisateur en environnements virtuels ?

Déceler & comprendre.

QUESTION 2

Cet impact est-il fortement **soumis**    la **nature** de la tâche, de l'activité proposée ?

Généralisation ?

ÉTAT DE L'ART

Interactions sociales, expérience utilisateur & réalité virtuelle

ÉTAT DE L'ART

LES INTERACTIONS SOCIALES

ÉTAT DE L'ART - LES INTERACTIONS SOCIALES

Relation interpersonnelle entre deux individus au moins, par laquelle les comportements de ces individus s'**influencent** mutuellement et **se modifient** chacun en conséquence.

(LAROUSSE, 2015)

ÉTAT DE L'ART - LES INTERACTIONS SOCIALES

Dichotomie : Verbal / Non Verbal

ÉTAT DE L'ART - LES INTERACTIONS SOCIALES

NON VERBAL

« **Transmission** d'information et d'influence par les indices **physiques** et **comportementaux** d'un individu. »

(PATTERSON ET AL., 2002)

ÉTAT DE L'ART - LES INTERACTIONS SOCIALES

PARALANGAGE



Emotions



Gestes & postures



Tenue vestimentaire

ÉTAT DE L'ART - LES INTERACTIONS SOCIALES

Une restitution **contraignante** et
techniquement **complexe**

ÉTAT DE L'ART - LES INTERACTIONS SOCIALES

Focalisés sur l'interaction sociale **vocale**

ÉTAT DE L'ART - LES INTERACTIONS SOCIALES

La **proxémie**, une norme sociale

ÉTAT DE L'ART - LES INTERACTIONS SOCIALES

La **translucence**, phénomène
non verbal **comportemental**

(ERICKSON ET KELLOGG, 2000)

ÉTAT DE L'ART - LES INTERACTIONS SOCIALES

Adaptation comportementale
par l'observation de l'autre

(ERICKSON ET KELLOGG, 2000)

ÉTAT DE L'ART - LES INTERACTIONS SOCIALES

Mode de communication basé sur le **verbe**

La **voix**, l'écrit, la langue des signes

ÉTAT DE L'ART - LES INTERACTIONS SOCIALES

Communication verbale synchrone & asynchrone

ÉTAT DE L'ART - LES INTERACTIONS SOCIALES

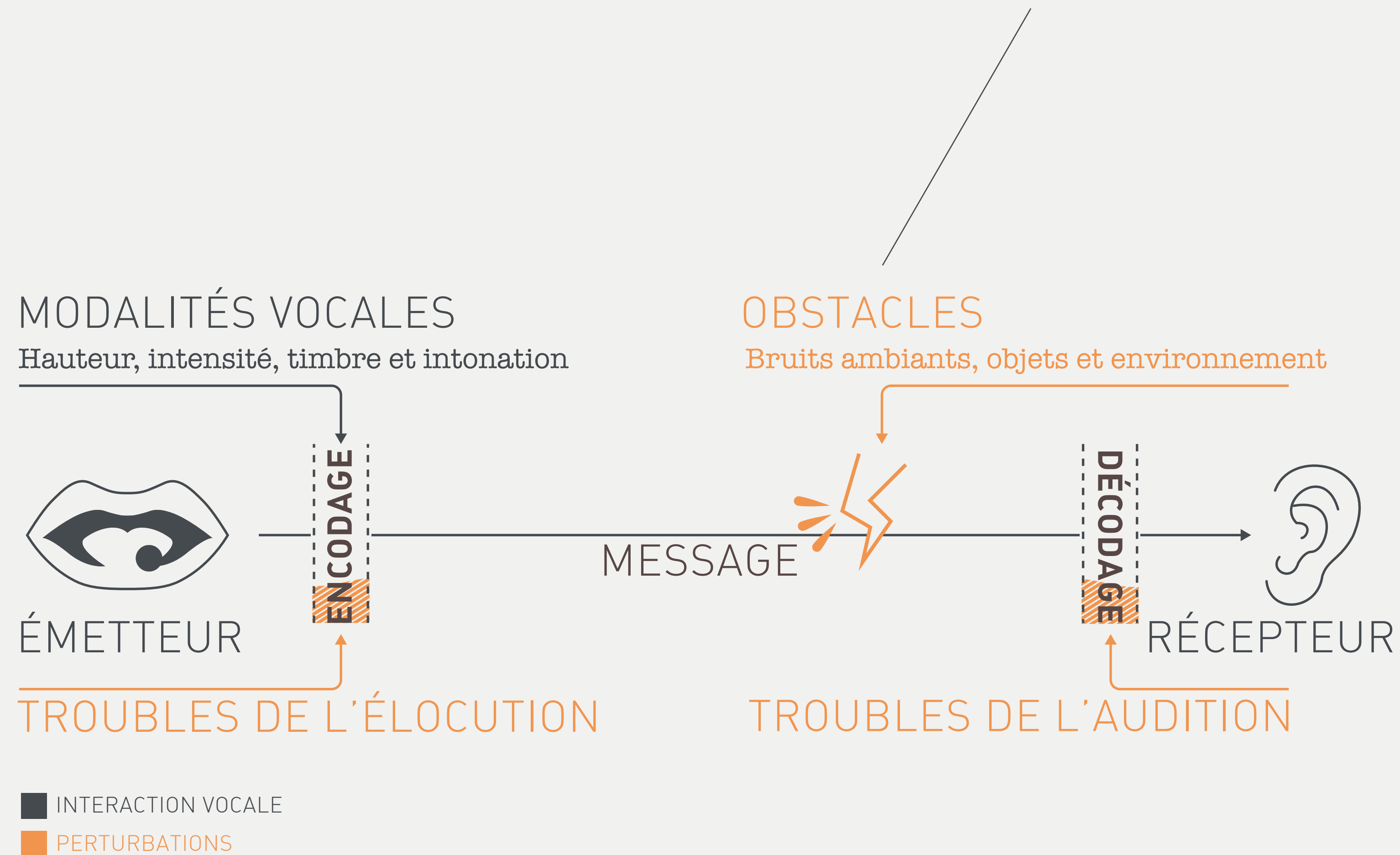
TRANSMISSION

Besoin d'**interactivité**, de réaction **rapide**,
incompatible avec une communication **asynchrone**.



INTERACTION SOCIALE **VOCAL SYNCHRON**.

ÉTAT DE L'ART - LES INTERACTIONS SOCIALES



ÉTAT DE L'ART

AGENTS ET AVATARS, ACTEURS SOCIAUX DES MONDES VIRTUELS

ÉTAT DE L'ART - ACTEURS SOCIAUX VIRTUELS

- ▶ **Agent** : représentation virtuelle d'un être intelligent contrôlé par un **ordinateur**.
- ▶ **Avatar** : représentation virtuelle d'un être intelligent contrôlé par un **humain**.
- ▶ **Reconstruction** : représentation virtuelle **fidèle à la réalité** d'un humain.

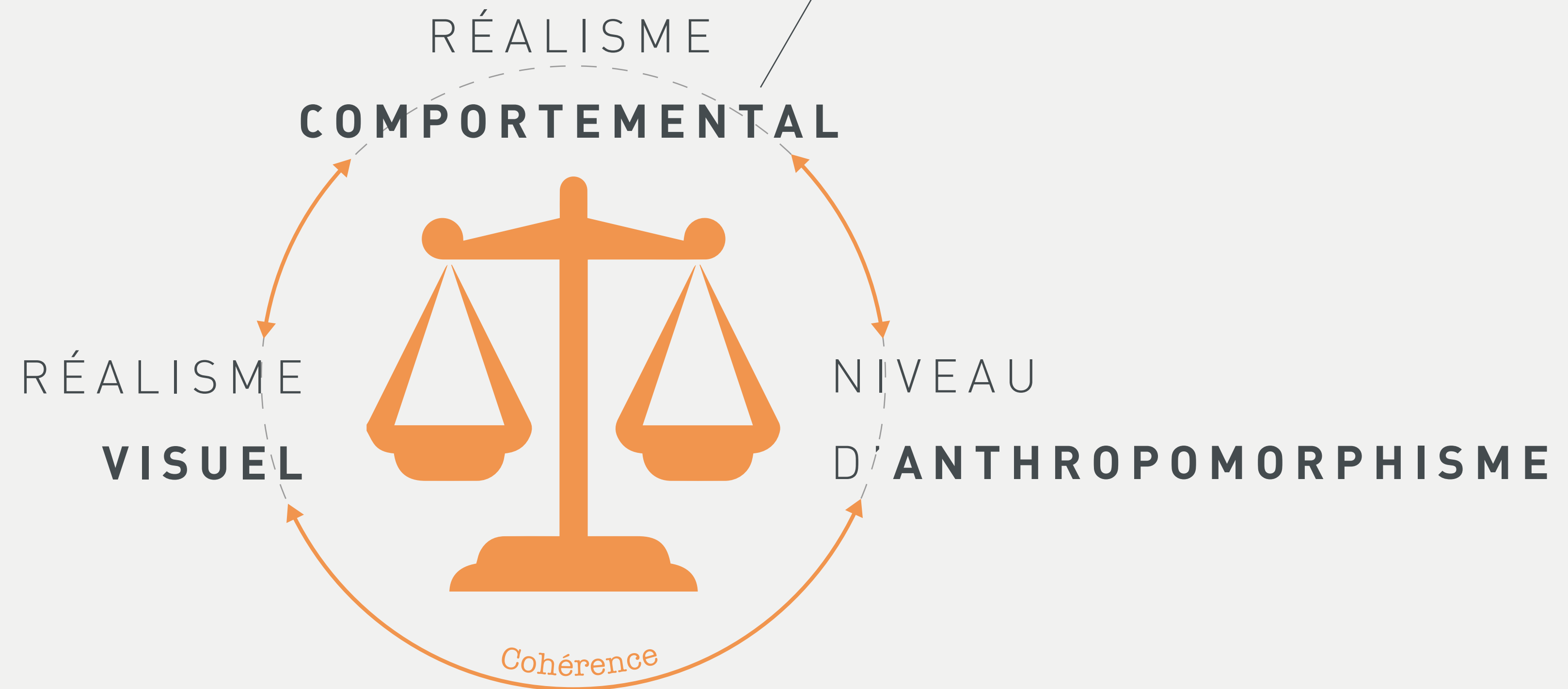
© Skyrim - Bethesda Softwork

ÉTAT DE L'ART - ACTEURS SOCIAUX VIRTUELS

Il est **préférable** que l'utilisateur se sente
en présence d'**un autre humain**

DE MELO ET AL. (2013); GUADAGNO ET AL. (2007);
GARAU ET AL., (2005); BAIENSON ET AL., (2001)

ÉTAT DE L'ART - ACTEURS SOCIAUX VIRTUELS



Burleigh et al. (2013); Lugin et al. (2015); Piwek et al. (2014);
Bailenson et al. (2008,...,2001); Seyama et Nagayama (2007); Mori et al. (1970).



VÉRIDICITÉ DE L'INTERACTION SOCIALE EN ENVIRONNEMENT VIRTUEL

ÉTAT DE L'ART - VÉRIDICITÉ DE L'INTERACTION SOCIALE

Les environnements virtuels sont à même
de **générer** de véritables **émotions**

(MEEHAN ET AL., 2002)

ÉTAT DE L'ART - VÉRIDICITÉ DE L'INTERACTION SOCIALE

Anxiété ressentie lors de la
promulgation d'un discours

(PERTRAUB ET AL. EN 2002)

ÉTAT DE L'ART - VÉRIDICITÉ DE L'INTERACTION SOCIALE

Expérimentation sur l'anxiété sociale

(FREEMAN ET AL., 2008)



ÉTAT DE L'ART - VÉRIDICITÉ DE L'INTERACTION SOCIALE

Similarité des comportements, regards
mutuels & proxémie

(YEE ET AL., 2007; BAILENSEN ET AL., 2008, 2005)

ÉTAT DE L'ART - VÉRIDICITÉ DE L'INTERACTION SOCIALE

Conservation des impacts de l'effet caméléon

(BAILENSEN ET AL., 2008)

ÉTAT DE L'ART - LES INTERACTIONS SOCIALES

SYNTHÈSE

- ▶ Interactions sociales **vocales** ▶ Complexité de restitution du non-verbal
- ▶ Communication vocale **synchrone** ▶ Interactivité
- ▶ Normes sociales **&** translucence ▶ Conservation
- ▶ Privilégier les **avatars** ▶ Favoriser les échanges
- ▶ Être **cohérent** ▶ Représentations virtuelles & environnement
- ▶ **Véridicité** de l'interaction sociale ▶ Condition sine qua non

ÉTAT DE L'ART

EXPÉRIENCE UTILISATEUR

ÉTAT DE L'ART - **EXPÉRIENCE UTILISATEUR**

HISTORIQUE

UTILISABILITÉ



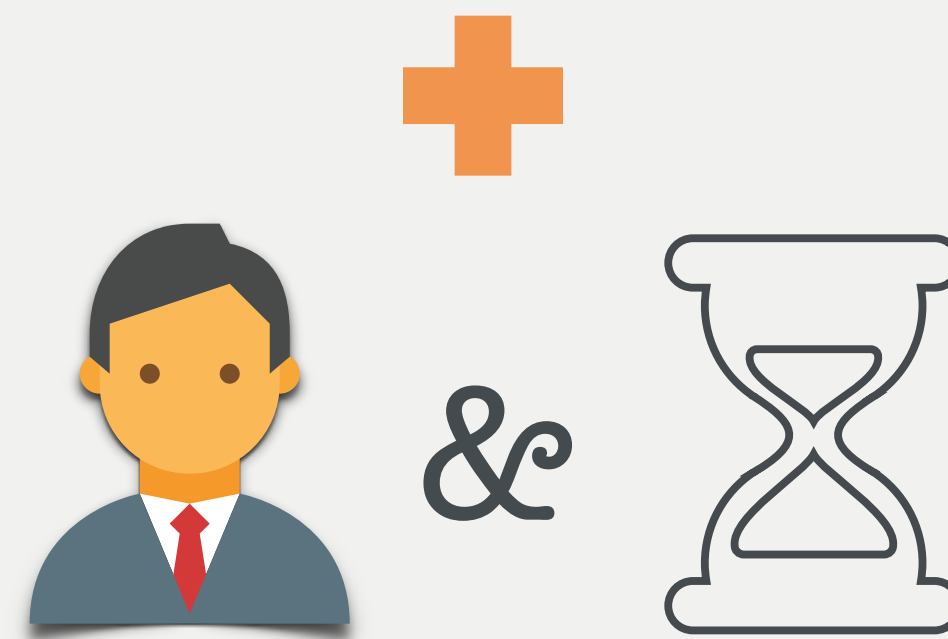
RESSENTI **HÉDONIQUE**
& **ÉMOTIONS**

ÉTAT DE L'ART - EXPÉRIENCE UTILISATEUR

DÉFINITION

« Ensemble des **perceptions** et des **réponses** d'une personne résultant de l'**usage** ou de l'**anticipation** de l'usage d'un produit, d'un service ou d'un système. »

(ISO 9241-11, 2010)



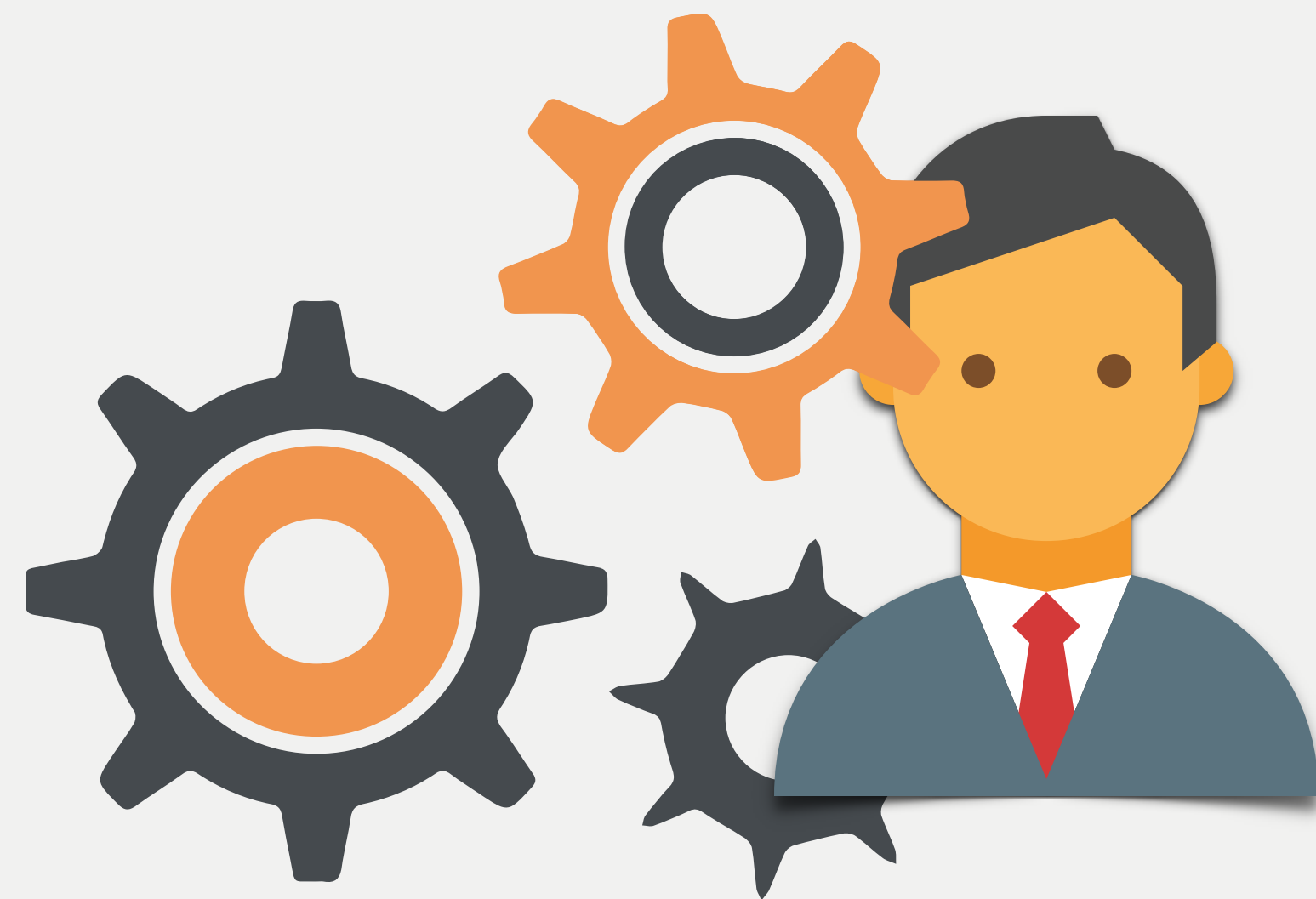
ÉTAT DE L'ART - **EXPÉRIENCE UTILISATEUR**

OBJECTIFS

- VISION **HOLISTIQUE** ;
- **PRÉDIRE** LES USAGES ;
- **ORIENTER** LA CONCEPTION ;
- **EVALUER** L'USAGE ;
- **SATISFAIRE** L'UTILISATEUR (ADOPTION).

ÉTAT DE L'ART - EXPÉRIENCE UTILISATEUR

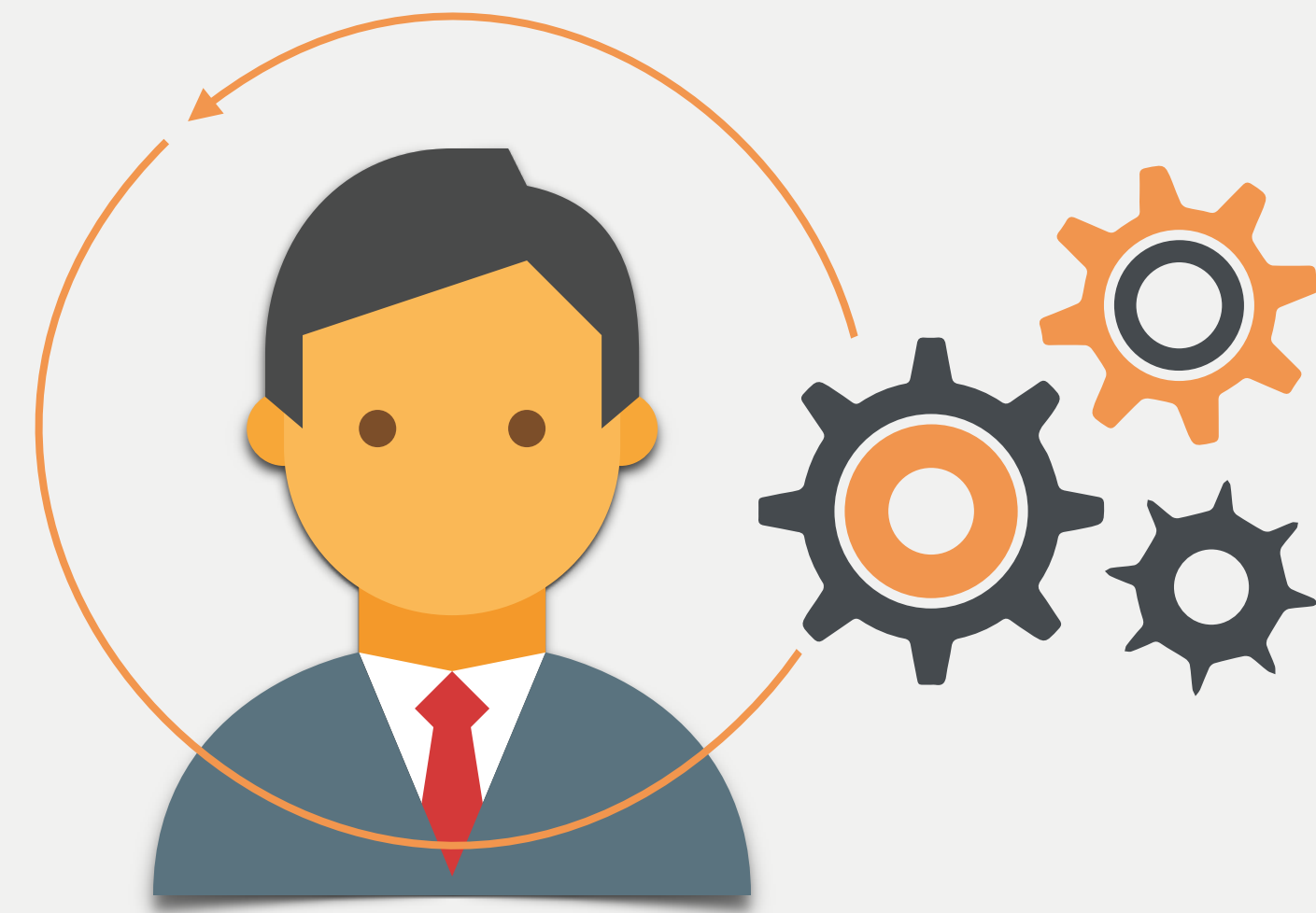
ÉVOLUTION



REVANG, 2007 ;
MORVILLE, 2004



Quality of Service /
Quality of Experience



WU ET AL., 2009



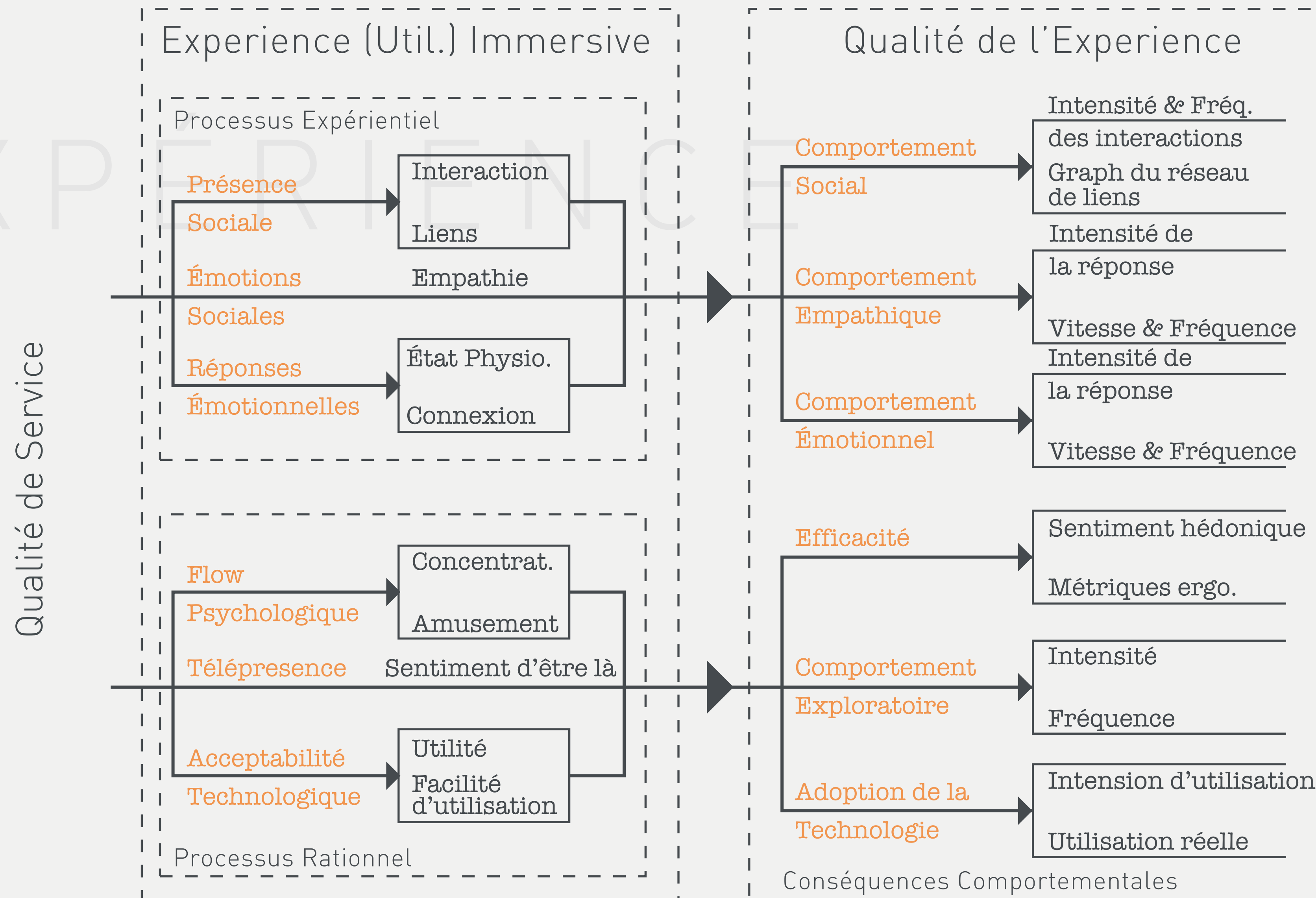
PALLOT ET AL., 2013

ÉTAT DE L'ART - EXPÉRIENCE UTILISATEUR

CHOIX

WU ET AL., 2009 & **PALLOT ET AL.**, 2013

Deux modèles construits **pour** les environnements
interactifs tout en restant **généralistes**.

ÉTAT DE L'ART - **EXPÉRIENCE UTILISATEUR**

MODÈLE D'EXPÉRIENCE UTILISATEUR, EXTENSION
DE WU ET AL. (2009)(PALLOT ET AL., 2013).

ÉTAT DE L'ART - EXPÉRIENCE UTILISATEUR

INTÉRÊT

WU ET AL., 2009 & **PALLOT ET AL.**, 2013

Taxonomie de facteurs permettant une évaluation
fractionnée & une analyse **globale**.

MÉTHODOLOGIE

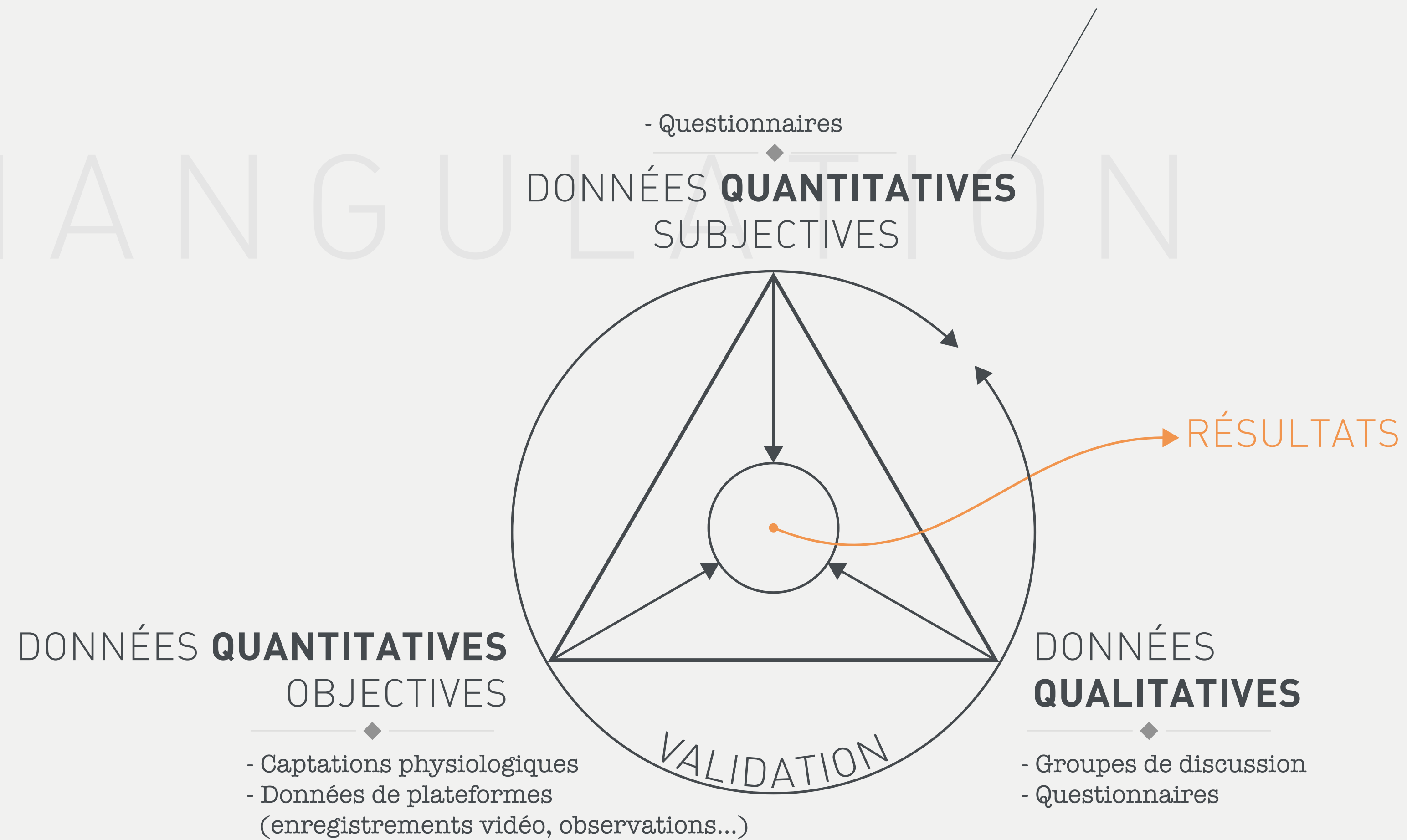
Mesures & expérimentations

MÉTHODOLOGIE - MESURES

Lister les possibilités de **mesures** des facteurs de l'expérience utilisateur

QUANTITATIF & QUALITATIF

MÉTHODOLOGIE - MESURES



MÉTHODOLOGIE PAR TRIANGULATION
POUR L'ANALYSE DES DONNÉES

MÉTHODOLOGIE - EXPÉRIMENTATIONS

Mesurer, comprendre l'impact d'une
chose sur une autre

MÉTHODE COMPARATIVE

MÉTHODOLOGIE - EXPÉRIMENTATIONS

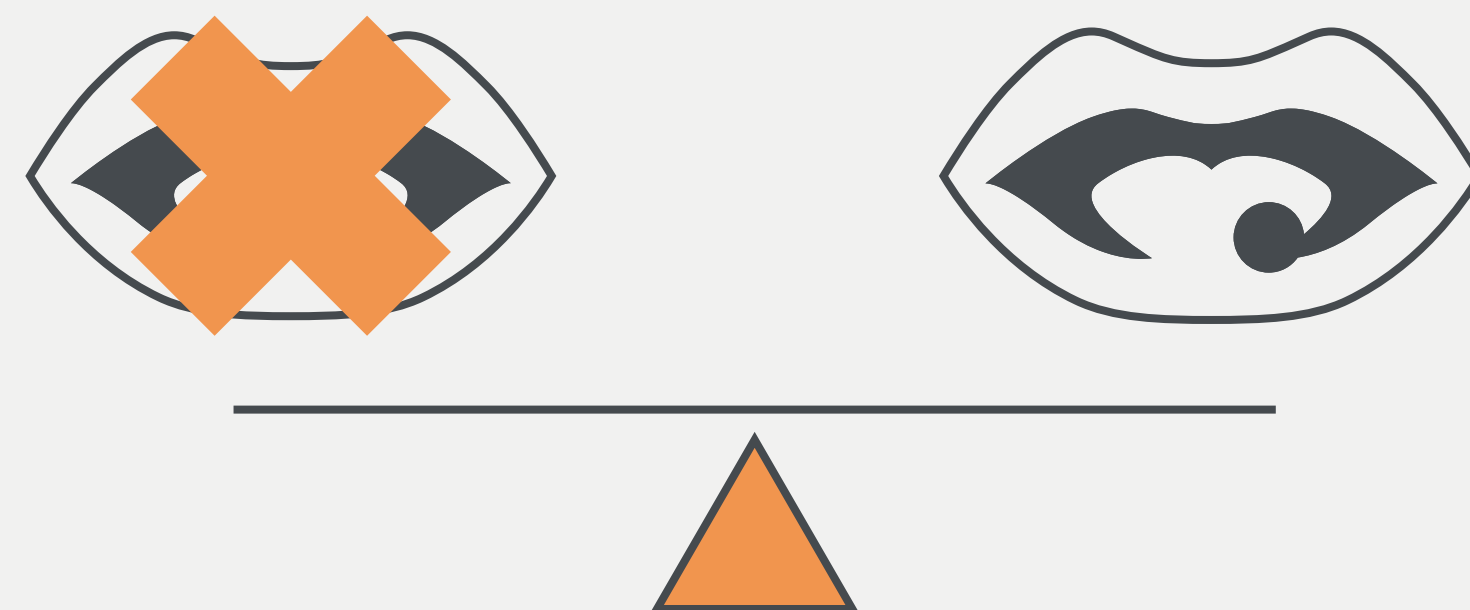
COMPARAISON

Environnement virtuel et activité similaire :

COMMUNICATION VOCALE **EXCLUE** & **INCLUE**.

Neutre

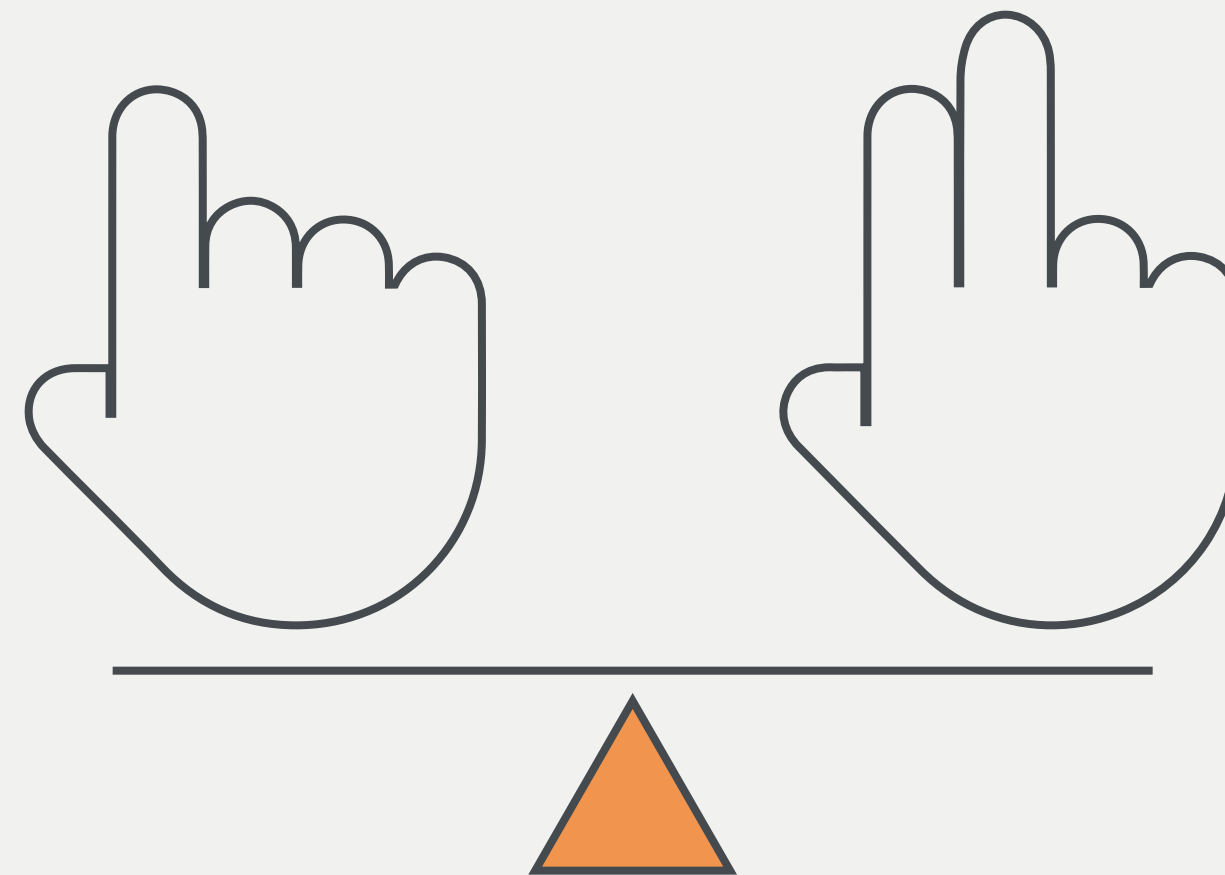
Condition modifiée



MÉTHODOLOGIE - EXPÉRIMENTATIONS

COMPARAISON

Comparaison entre les **deux** activités proposées.



EXPÉRIMENTATIONS

Répondre par l'étude empirique

EXPÉRIMENTATIONS - CHOIX D'UN ENVIRONNEMENT VIRTUEL

CHOIX

► **Créer** un environnement de toutes pièces.

OU

► Utiliser une application existante suffisamment **modulable** pour répondre à nos besoins.

EXPÉRIMENTATIONS - CHOIX D'UN ENVIRONNEMENT VIRTUEL

ACTIVITÉ

Proposer une activité à la fois :

- ▶ **Favorisant** l'occurrence d'interactions sociales vocales ;
- ▶ **Réalisable** lorsque ces dernières sont **exclues**.



TÂCHE DE CONSTRUCTION

EXPÉRIMENTATIONS - CHOIX D'UN ENVIRONNEMENT VIRTUEL

Minecraft

BAC   SABLE VIRTUEL

EXPÉRIMENTATIONS - MINECRAFT



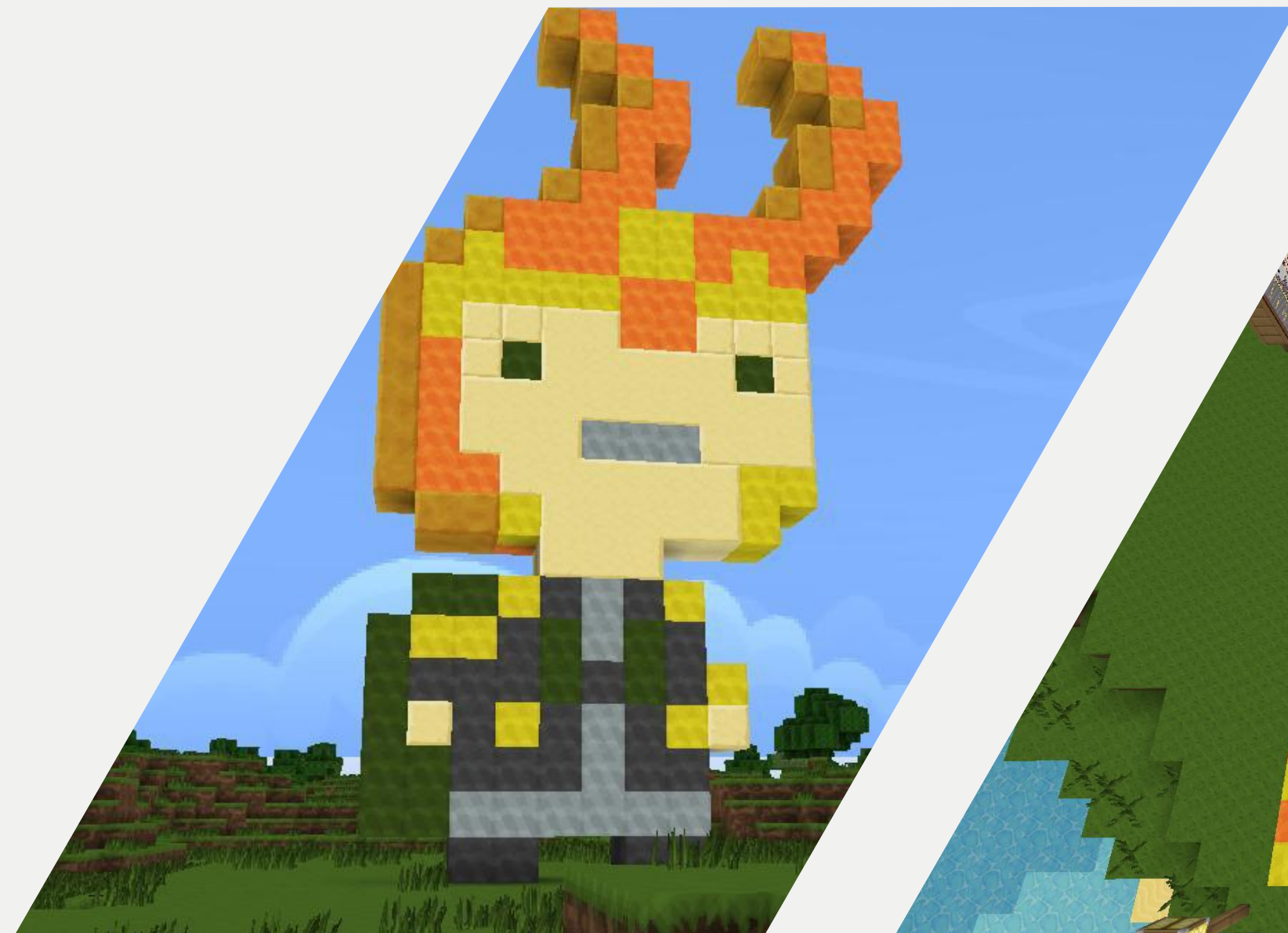
EXPÉRIMENTATIONS - VALIDER L'UTILISATION DE MINECRAFT

UTILISATIONS

- Apprentissage d'une **langue étrangère** (KOICHI, 2014)
- Apprentissage de **concepts scientifiques** (SHORT, 2012)
- Apprentissage de la **programmation** (FINLEY, 2014)
- **Psychothérapie** dédiée aux enfants et aux adolescents (STEADMAN ET AL., 2014)

EXPÉRIMENTATIONS

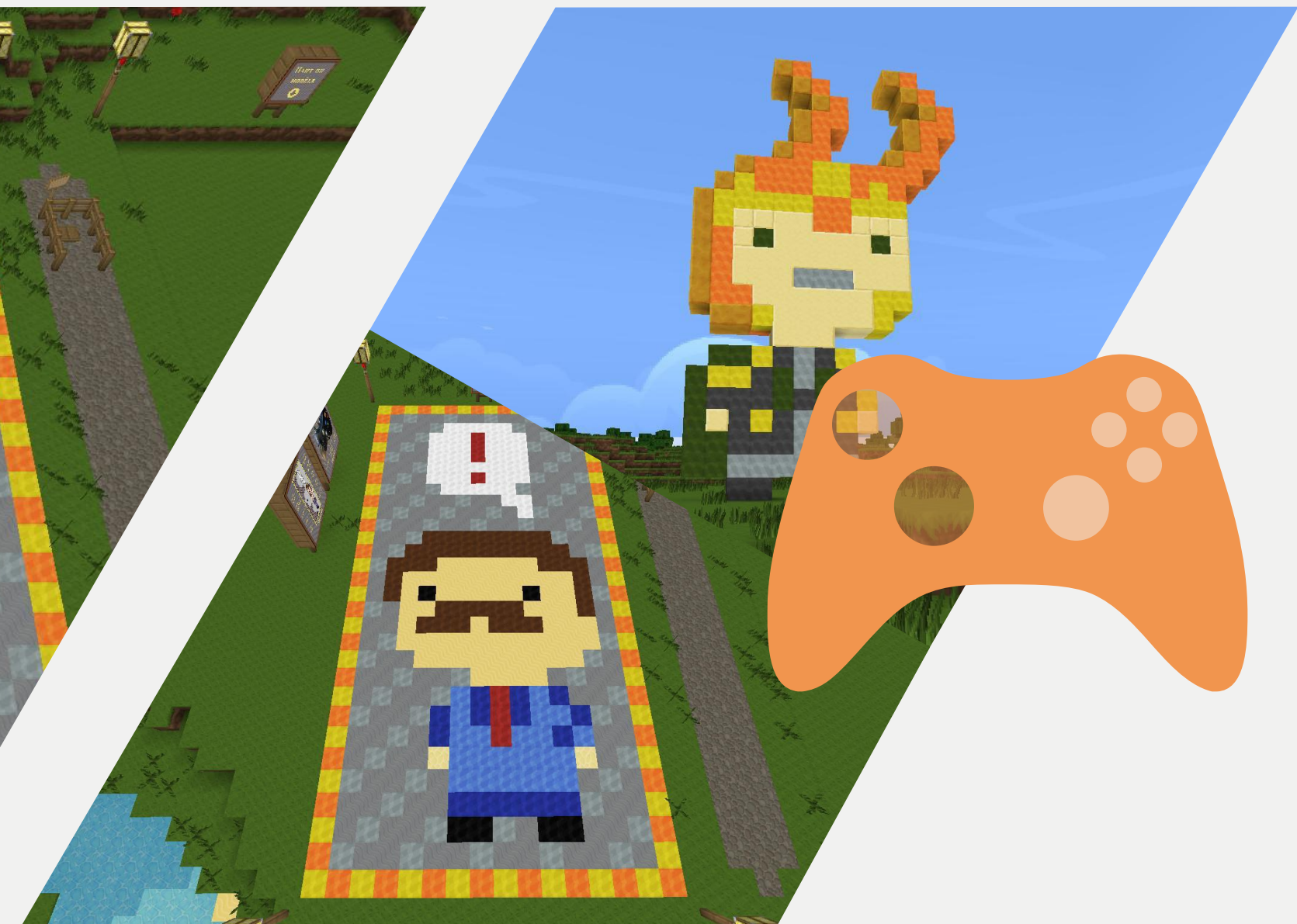
TROIS EXPÉRIMENTATIONS



Expérimentation 1



Expérimentation 2



Expérimentation 3

EXPÉRIMENTATIONS

OBJECTIVES

Rechercher les **différences** d'expérience utilisateur en **comparant** des expériences « **similaires** » incluant ou **excluant** la communication vocale.



Tester la **dépendance** de l'impact de l'interaction sociale vocale sur l'expérience utilisateur à la **nature de l'activité**.

EXPÉRIMENTATIONS



Première expérimentation

EXPÉRIMENTATIONS - PREMIÈRE EXPÉRIMENTATION

T  T  CHE

   Pixel Art Chibi Loki   

PAR MATTMADDEACOMIC

360 blocs



EXPÉRIMENTATIONS - PREMIÈRE EXPÉRIMENTATION



Défendre la construction

EXPÉRIMENTATIONS - PREMIÈRE EXPÉRIMENTATION

01

02

01 ► modèle taille réelle ; 02 ► Panneau d'informations

EXPÉRIMENTATIONS - SECONDE EXPÉRIMENTATION

Seconde expérimentation

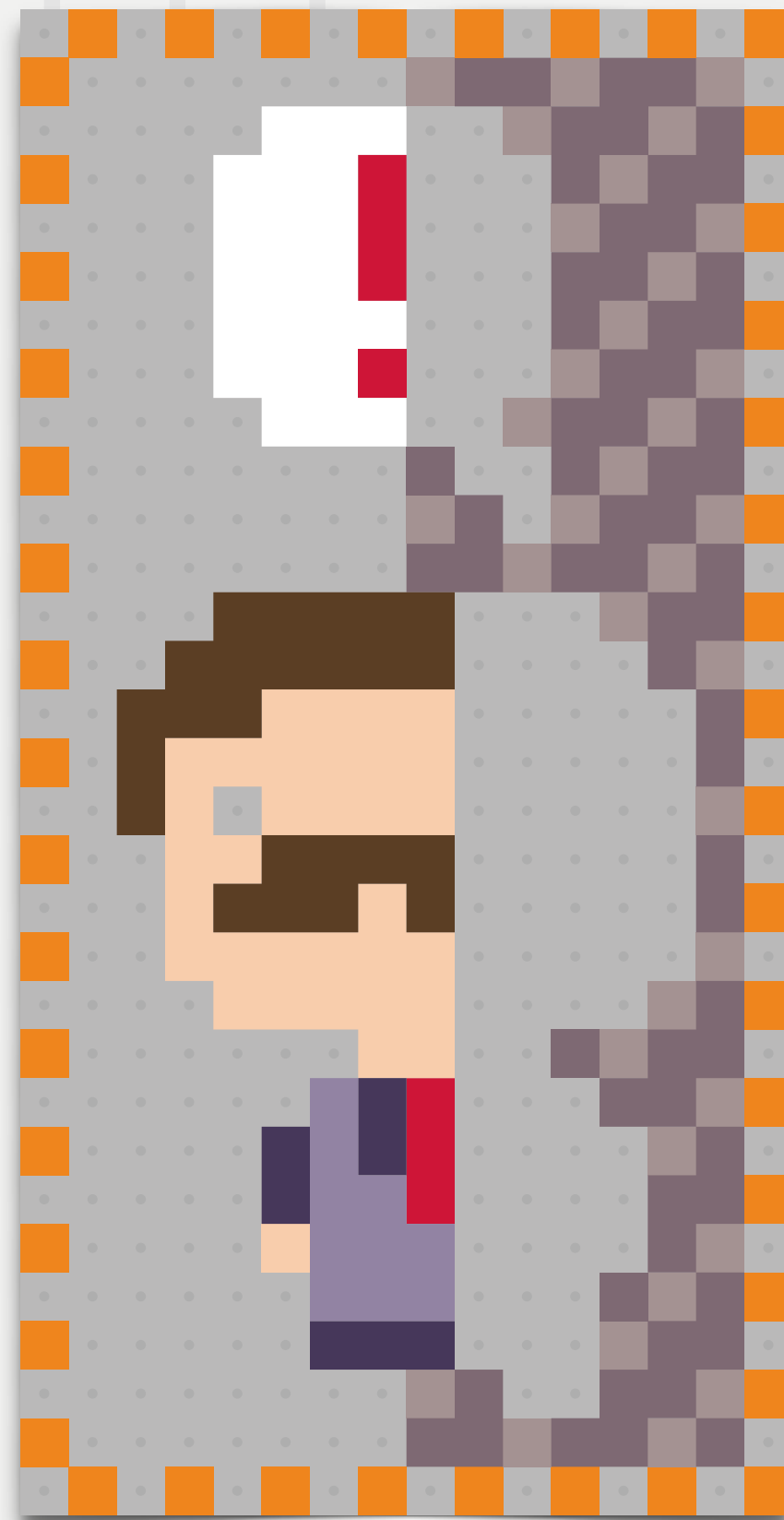
EXPÉRIMENTATIONS - SECONDE EXPÉRIMENTATION

TÂCHE

« Bitizen »

TINY TOWER

496 blocs



EXPÉRIMENTATIONS - SECONDE EXPÉRIMENTATION

TÂCHE

Passage d'un construction **verticale**   une construction **horizontale** :

- Pallier aux difficultés d'utilisation des ** chelles** ;
- Réduire la sensation de **vertige**.



EXPÉRIMENTATIONS - SECONDE EXPÉRIMENTATION

OBJECTIF

Apporter du contenu ** motionnel non-verbal**  
l'expérience vécue.

EXPÉRIMENTATIONS - SECONDE EXPÉRIMENTATION



EXPÉRIMENTATIONS - SECONDE EXPÉRIMENTATION

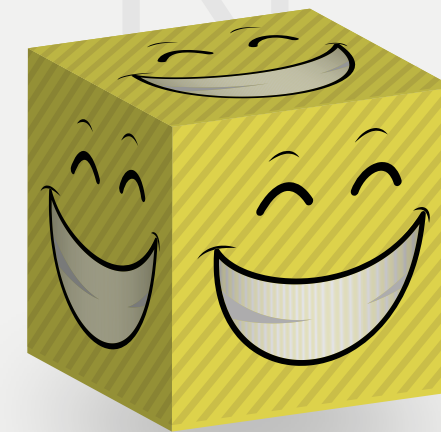
EMOTIONS

Emotions	 RC min (BPM)	 RC max (BPM)	 NCP min (�s)	 NCP max (�s)
Ennui	M < M + (-2)	M < M + (-2)	M + 0,1	M + 1,4
Neutre	M + (-1,99)	M + 2	M	M
Joie	M + 2,1	M + 5,63	M + 3,1	M + 3,3
Tristesse	M + 5,64	M + 7,13	M + 1,5	M + 1,9
Colère	M + 7,14	M + 10,22	M + 3,4	M + 5
Peur	M + 10,23	M + 20,5	M + 2	M + 3

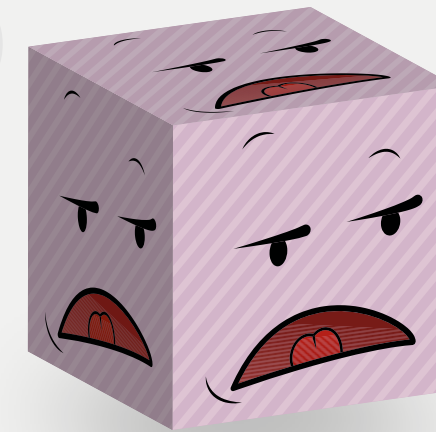
INTERVALLES DE MESURES POUR LES CAPTEURS ECG & GSR POUR LA DÉFINITION DES ÉMOTIONS, RAINVILLE ET AL. (2006), NAKASONE ET AL. (2005).

EXPÉRIMENTATIONS - SECONDE EXPÉRIMENTATION

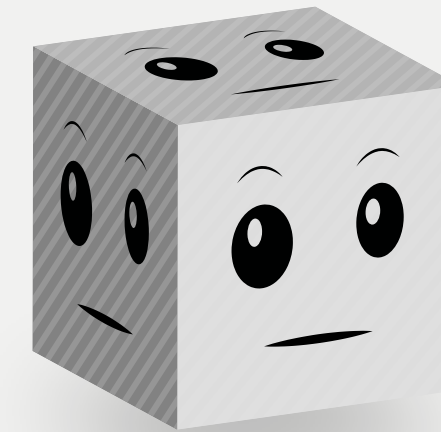
EMOTIONS



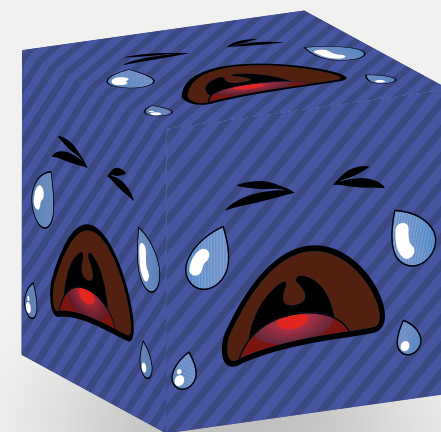
JOIE



ENNUI



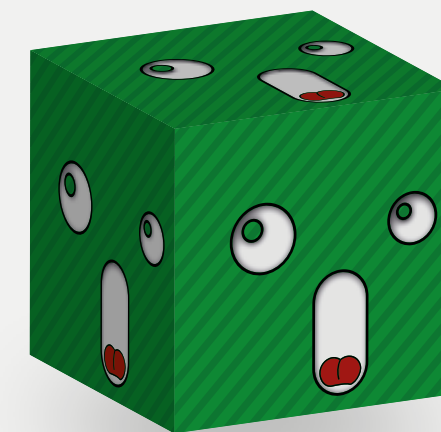
NEUTRE



TRISTESSE



COL  RE



PEUR

POSSIBILITÉS D  AFFICHAGE DU **CUBE** ÉMOTIONNEL.

EXPÉRIMENTATIONS - TROISIÈME EXPÉRIMENTATION

Troisième expérimentation

EXPÉRIMENTATIONS - TROISIÈME EXPÉRIMENTATION

OBJECTIFS

Produire des données **qualitatives**.

EXPÉRIMENTATIONS - TROISIÈME EXPÉRIMENTATION

TROIS GROUPES DE PARTICIPANTS



Environnement 1,



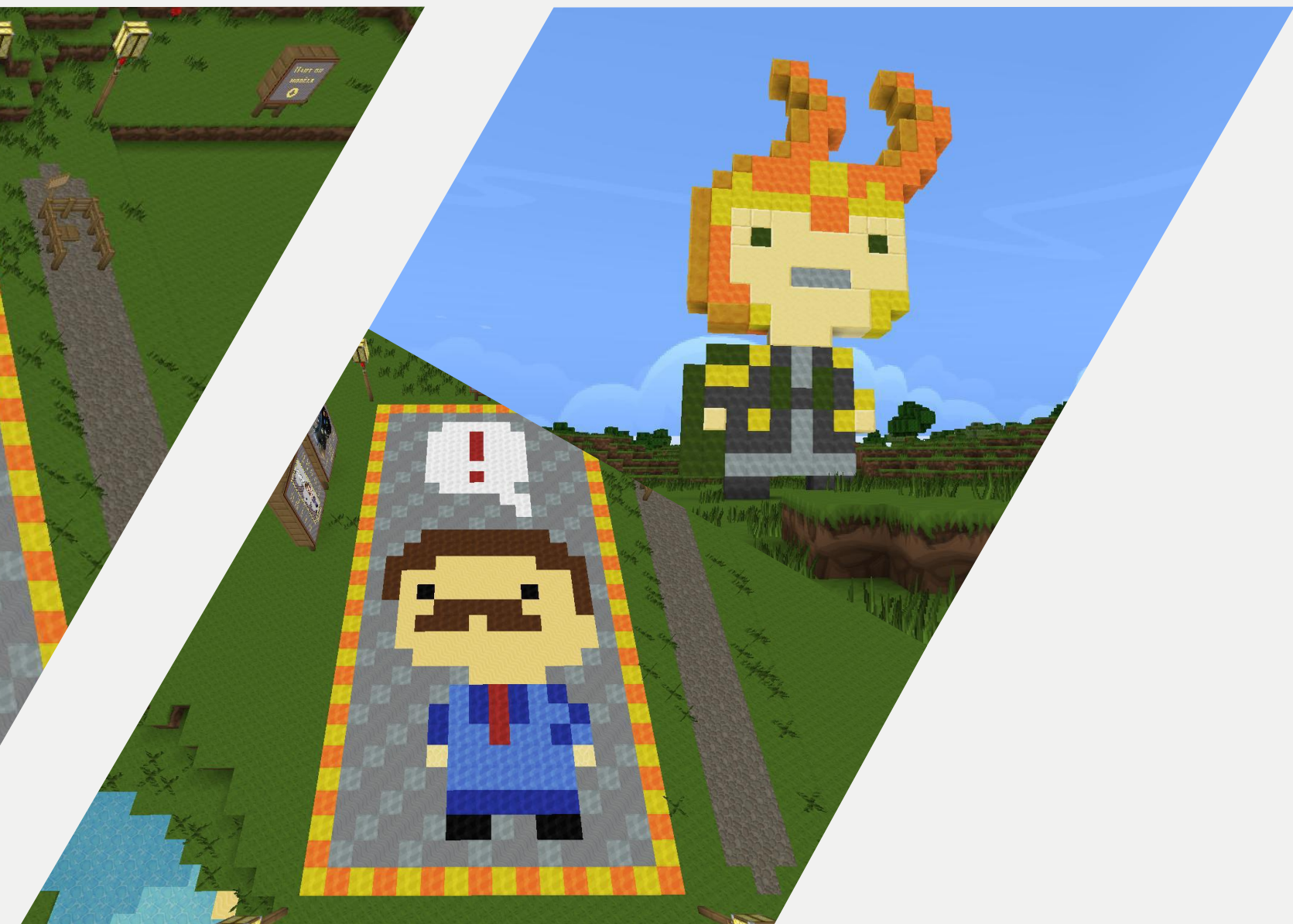
puis



Environnement 2,



puis



Environnement 1 puis 2,

et respectivement  puis 

EXPÉRIMENTATIONS - PARTICIPANTS

EXPÉRIMENTATION 1

52

13 & 39
+ ↗

(M = 21,15;  T = 1,830)

EXPÉRIMENTATION 2

52

08 & 44
+ ↗

(M = 22,42;  T = 5,641)

EXPÉRIMENTATION 3

24

03 & 21
+ ↗

(M = 22,25;  T = ,897)

- Une population **homogène**.
- Eviter la **familiarité** entre individus.

EXPÉRIMENTATIONS - MESURES

MESURES

EXPÉRIMENTATION 1

EXPÉRIMENTATION 2

EXPÉRIMENTATION 3

Quantitatives

Subjectives & Objectives

Quantitatives

Subjectives

&

Qualitatives

EXPERIMENTATIONS - MESURES

QUANTITATIF **SUBJECTIF**

Questionnaire post expérimentation
à échelles de **Likert** ou **bipolaires sémantiques**

EXPÉRIMENTATIONS **1, 2 & 3**

EXPÉRIMENTATIONS - MESURES

QUANTITATIF OBJECTIF

Nombre de **blocs posés**, nombre d'**erreurs**
commises & temps de **complétion**

EXPÉRIMENTATIONS 1 & 2

EXPÉRIMENTATIONS - MESURES

QUALITATIF

Conduite d'un **groupe de discussion** pour
chaque groupe de participants

EXPÉRIMENTATION 3

RÉSULTATS

Comprendre & analyser

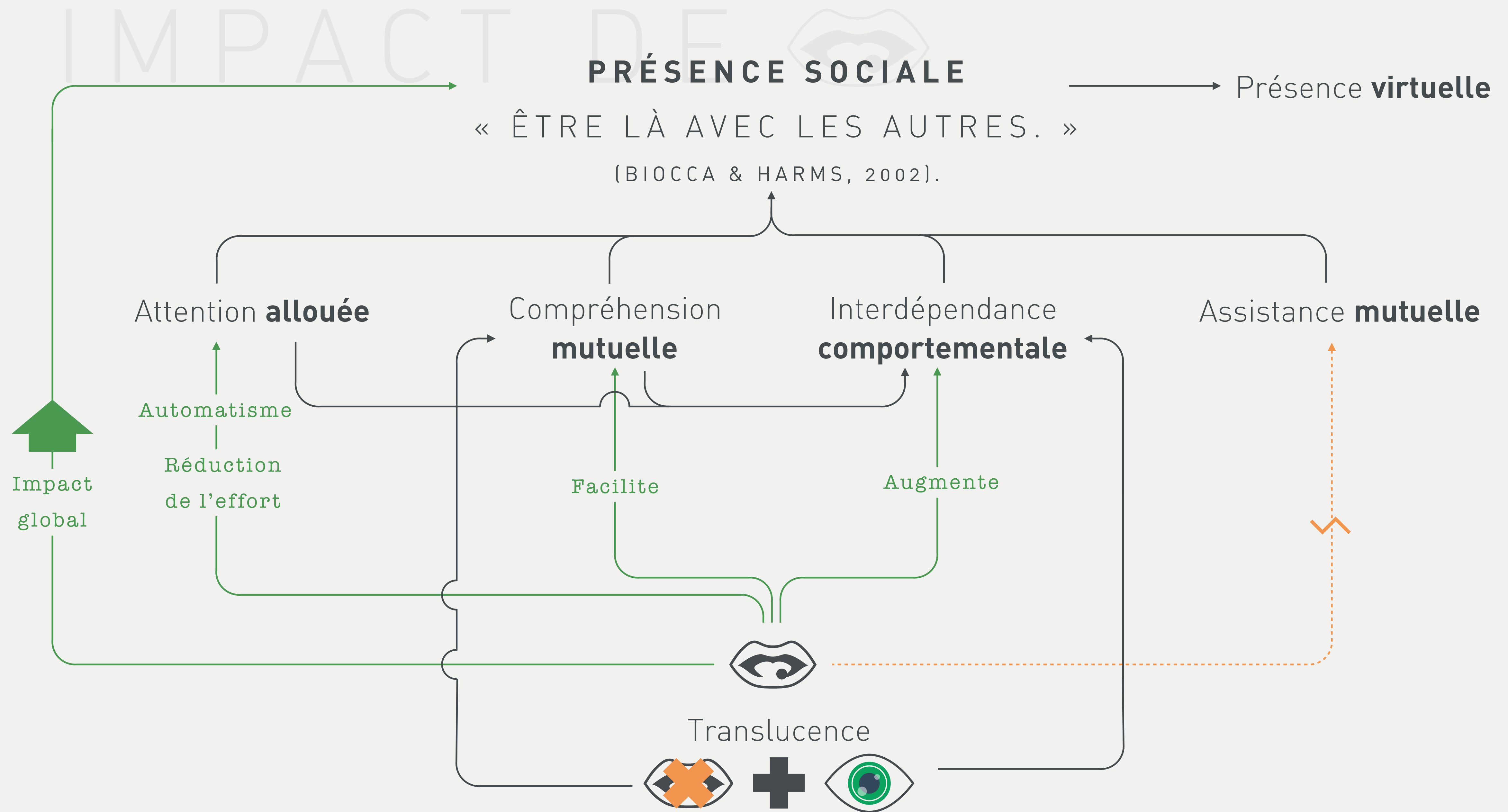


RÉSULTATS

QUESTION 1

Les interactions sociales ont-elles un **impact** sur
l'expérience utilisateur en environnements virtuels ?

RÉSULTATS - IMPACT DES INTERACTIONS SOCIALES VOCALES SUR L'UX



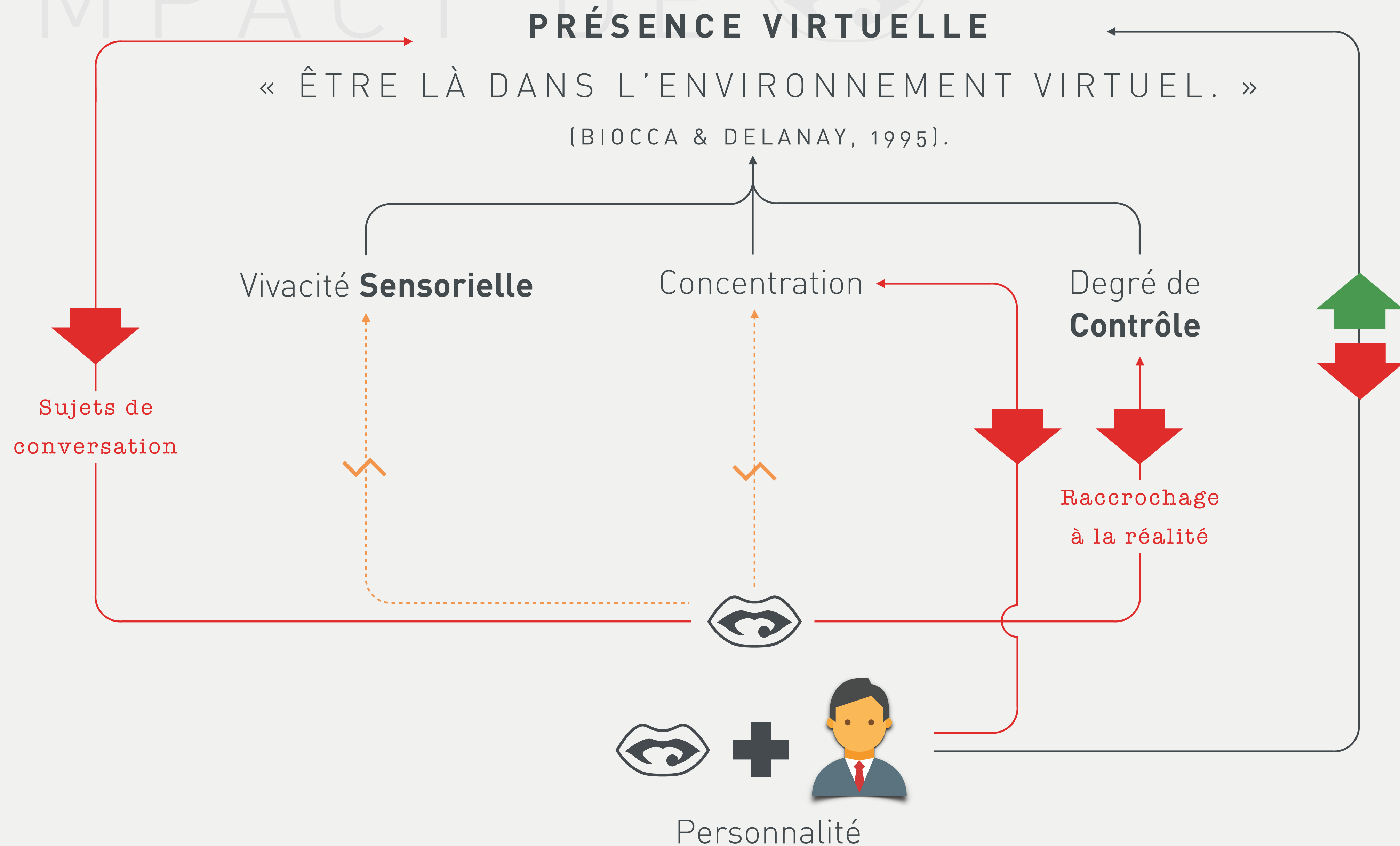
RÉSULTATS - IMPACT DES INTERACTIONS SOCIALES VOCALES SUR L'UX

FLOW PSYCHOLOGIQUE

ACCROISSEMENT DE L'AMUSEMENT

- ▶ Activité sociale **non focalisée** sur l'activité en cours.
- ▶ Réduction de la potentielle **frustration**.

RÉSULTATS - IMPACT DES INTERACTIONS SOCIALES VOCALES SUR L'UX



Investigation de l'impact de l'interaction sociale vocale sur l'expérience utilisateur dans les environnements 3D temps-réel immersif



RÉSULTATS

QUESTION 2

Cet impact est-il fortement **soumis**   la **nature** de la
tâche, de l'activité proposée ?

RÉSULTATS - NATURE DE L'ACTIVITÉ

ACTIVITÉ

NATURE DE L'ACTIVITÉ DÉTERMINANTE POUR :

- ▶ Ressenti hédonique global & amusement.
- ▶ Présence sociale au travers de l'interdépendance comportementale.
- ▶ Performances objectives.

RÉSULTATS - **IMPACT** DES **INTERACTIONS** SOCIALES **VOCALES** SUR L'UX.

ACTIVITÉ

L'**impact** de de l'interaction sociale vocale sur
l'expérience utilisateur **est fonction** de la **nécessité** de
communiquer **induite** par la nature de la situation.

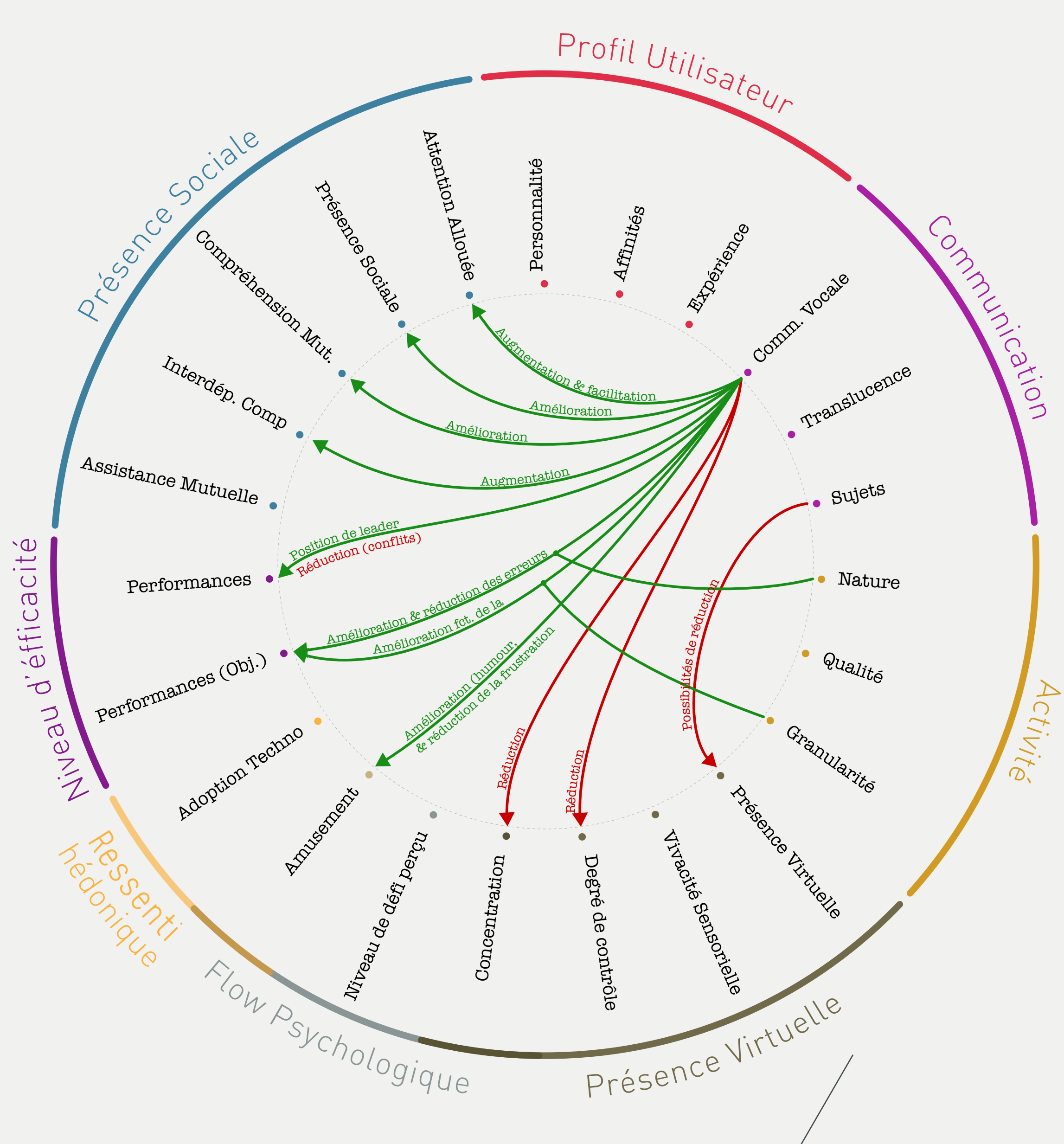
RÉSULTATS

GÉNÉRALISATION ?

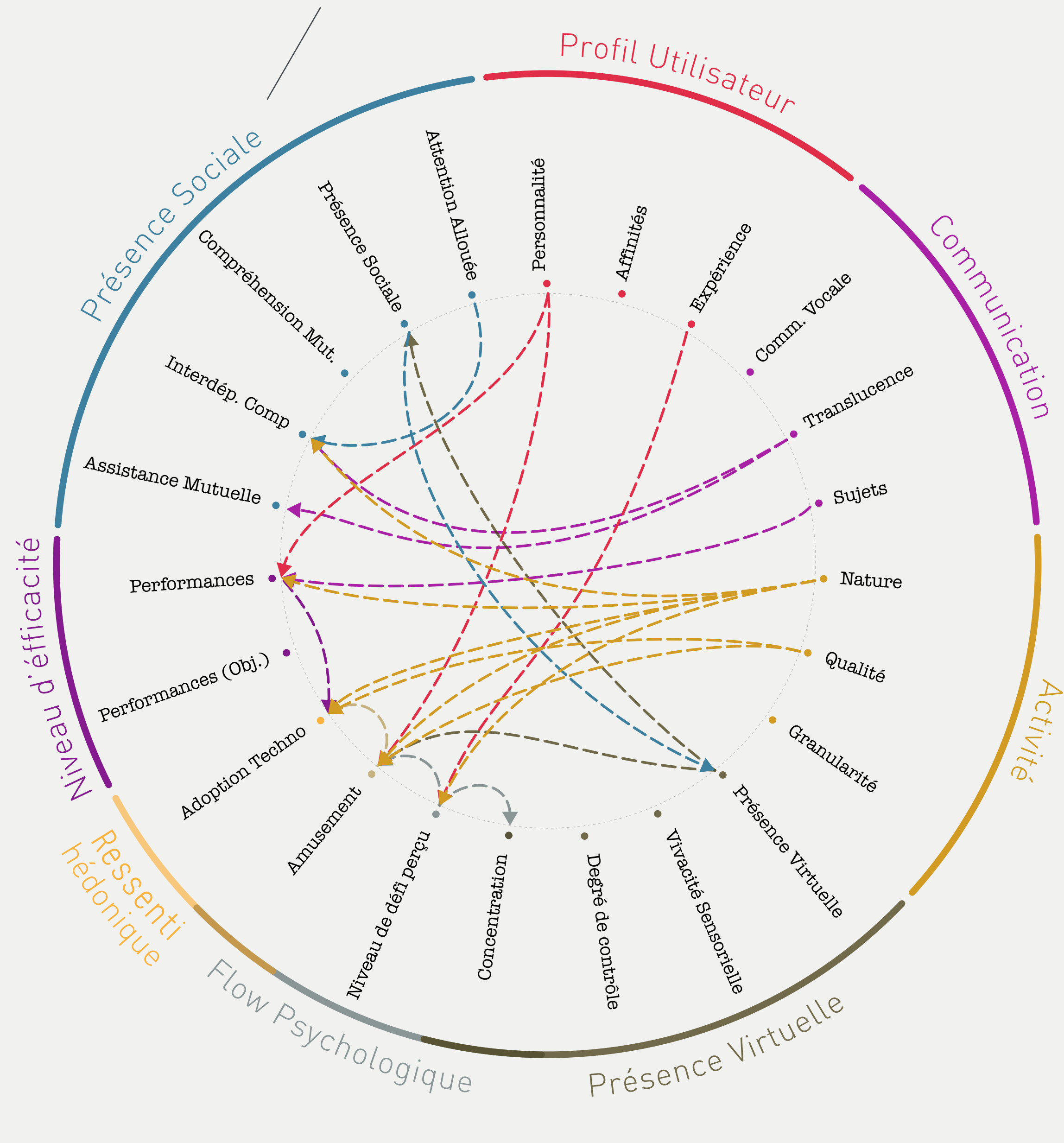
~~RÉSULTATS GÉNÉRALISABLES ?~~

Dépendance forte de l'expérience utilisateur à :

- ▶ L'activité proposée ;
- ▶ la qualité globale de l'environnement virtuel ;
- ▶ l'utilisateur lui-même, affinités, personnalité.



IMPACTS DE LA COMMUNICATION VOCALE SUR L'EXPÉRIENCE UTILISATEUR EN 3D-IVE.



IMPACTS INTER FACTEURS DE L'EXPÉRIENCE UTILISATEUR EN 3D-IVE.

CONCLUSION

Apports & enseignements

CONCLUSION

LIMITES DE L'ÉTUDE

CONCLUSION - LIMITES DE L'ÉTUDE

Nombre de participants

CONCLUSION - LIMITES DE L'ÉTUDE

RÉSULTATS

Des résultats difficilement généralisables.

Limite inhérente à l'étude de l'expérience utilisateur.

CONCLUSION

CONTRIBUTION À LA CONNAISSANCE

CONCLUSION - CONTRIBUTION   LA CONNAISSANCE

ÉTAT DE L'ART

Analyse, recoupement, **synthèse**, des facteurs
et de leurs possibilités de **mesure**.

CONCLUSION - CONTRIBUTION   LA CONNAISSANCE

ÉTUDE EMPIRIQUE

Les interactions sociales vocales
ont un impact sur l'expérience utilisateur.

CONCLUSION - CONTRIBUTION   LA CONNAISSANCE

ÉTUDE EMPIRIQUE

Une **taxonomie** de facteurs permettant
de **situer** ces impacts.

CONCLUSION - CONTRIBUTION   LA CONNAISSANCE

PRÉCONISATIONS

Les interactions sociales vocales ne sont pas
bénéfiques à toutes les **situations & objectifs**.

CONCLUSION - CONTRIBUTION   LA CONNAISSANCE

ÉTUDE EMPIRIQUE

Observation d'impacts inter facteurs,
apport plus général à la connaissance
de l'expérience utilisateur.

CONCLUSION - CONTRIBUTION   LA CONNAISSANCE

ÉTUDE EMPIRIQUE

Une synthèse **simple & facile**   **appréhender** dans le cadre de futures études.

CONCLUSION - CONTRIBUTION   LA CONNAISSANCE

Minecraft comme outil
d tude scientifique

CONCLUSION

TRAVAUX FUTURS

CONCLUSION - TRAVAUX FUTURS

Jeux entre équipes

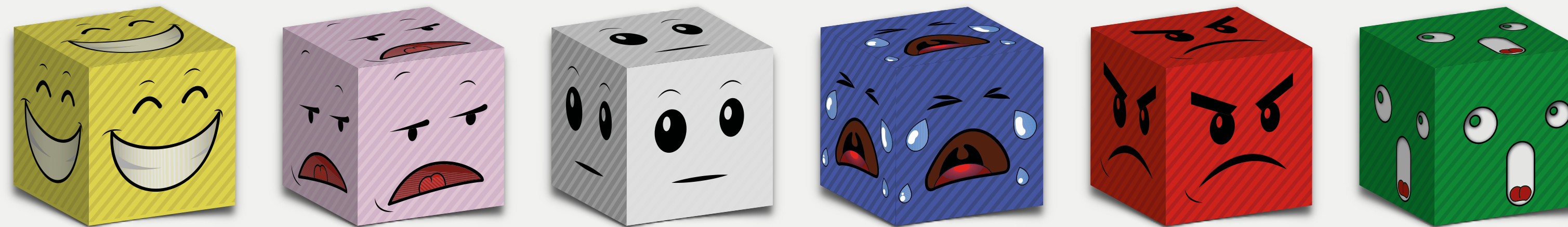
CONCLUSION - TRAVAUX FUTURS

Une étude plus poussée de la **translucence**

CONCLUSION - TRAVAUX FUTURS

RÉSULTATS

Etudier des moyens **simples** et fiables de **capter**
puis de **restituer** les ** motions** par le **non verbal**
en environnement virtuel.



CONCLUSION

Avancer vers une meilleure **compréhension** des
interactions sociales et de l'**expérience utilisateur**

THÈSE DE DOCTORAT

INVESTIGATION DE L'IMPACT DE L'INTERACTION
SOCIALE **VOCAL**E SUR L'EXPÉRIENCE **UTILISATEUR** DANS
LES **ENVIRONNEMENTS 3D** TEMPS-RÉEL IMMERSIFS

Eynard Rémy

JURY

PR. **NATKIN** STÉPHANE, PR. **CHEVAILLIER** PIERRE ▶ Rapporteurs
PR. **MOREAU** GUILLAUME, PR. **GEORGE** SÉBASTIEN, DR. **CHRISTMANN** OLIVIER ▶ Examinateurs
PR. **RICHIR** SIMON, DR. **PALLOT** MARC ▶ Encadrants