



SIM2B

(SIMulate To Be)

Programme **AAP-FUI 21**
Nom du projet **SIM2B**
Labellisation **Imaginove le 12/11/2015**
Durée **30 mois**
Montant total du projet **2.535 k€**
Effort total **27.6 personne.an**
Version du document **1.2**
Date de la version **07/12/2015**
Porteur du projet **Cédric Guérin**
Société **Artefacts Studio**
Adresse **52 rue Descartes, 69100 Villeurbanne**
Email **cedric.guerin@artefacts-studio.fr**
Téléphone **04.78.02.41.19**

Les partenaires

Nom	Type	Dept.	Effort (m.h)	Budget	Aide demandée
Artefacts Studio	PME	69	193,5	1.387k€	624k€
SBT	PME	69	60	672k€	302k€
Liris	Laboratoire	69	34,5	210k€	146k€
Greps	Laboratoire	69	45	287k€	142k€
Total			333	2.556k€	1.214k€

Sommaire

Résumé

1 Description du projet

1.1 Synthèse des partenaires

1.2 Enjeux stratégiques

1.2.1 Artefacts Studio

1.2.2 SBT

1.2.3 LIRIS (équipe SICAL)

1.2.4 GRePS

1.3 Motivation du travail sur les émotions et relations sociales

1.3.1 Jeu Vidéo

1.3.2 Jeux Sérieux

1.4 Apport de l'analyse de traces

1.4.1 Avantage reconnu

1.4.2 Amélioration de la qualité du module de simulation

1.5 Approche concrète mise en oeuvre

1.5.1 Moteur de simulation d'émotions et de relations sociales

1.5.2 Analyse du comportement du joueur

1.5.3 Méta analyse des parcours et comportements des joueurs

1.5.4 Démonstrateur

1.6 Avantages des choix techniques

1.6.1 Généricité

1.6.2 Rejouabilité et Adaptabilité

1.6.3 Productivité et qualité

1.7 Utilisations prévues du moteur Sim2B

1.7.1 Utilisations dans les jeux vidéos

1.7.2 Utilisations dans les serious games

2 Innovation

2.1 État de l'art

2.1.1 Frameworks d'IA

2.1.2 Modélisation des émotions

2.1.3 Analyse de comportement et adaptation

2.2 Apport initial des partenaires

2.2.1 Apports d'Artefacts Studio

2.2.1.1 Différence entre Being et Sim2B

2.2.2 Apports de SBT

2.2.3 Apports du LIRIS

2.3 Défis techniques

[2.3.1 Risques du projet](#)

[2.3.2 Détails des verrous techniques](#)

[3 Organisation du projet](#)

[3.1 Participation des acteurs aux différents lots](#)

[3.2 Méthodologie de travail](#)

[3.3 Planning prévisionnel](#)

[4 Consortium](#)

[4.1 Positionnement et propriétés intellectuelle](#)

[4.2 Place du projet dans la stratégie des sociétés](#)

[4.3 Perspectives commerciales](#)

[4.3.1 Perspectives commerciales pour Artefacts Studio](#)

[4.3.2 Perspectives commerciales pour SBT](#)

[4.3.3 Perspectives commerciales pour les laboratoires](#)

[4.4 Impact sur l'emploi](#)

[Annexe 1 : Références et Bibliographie](#)

[Références](#)

[Bibliographie](#)

[Annexe 2 : Glossaire](#)

Résumé

Afin d'augmenter l'immersion dans le jeu, les mondes proposés doivent être le plus cohérent possible par rapport aux attendus des utilisateurs. Ainsi, les personnages non joueurs doivent réagir de manière plus "humaine" que dans les jeux actuels. Le projet SIM2B permettra au consortium de se doter d'une solution logicielle composée premièrement d'un système d'intelligence artificielle simulant la personnalité, les émotions et les relations sociales de personnages virtuels et, deuxièmement, d'un système d'analyse du comportement visant à comprendre et adapter les interactions entre le joueur et le jeu.

L'approche choisie pour la simulation, de part son réalisme, doit premièrement offrir au joueur (y compris dans un serious game) une expérience plus crédible par rapport aux méthodes de mise en situation existantes. Deuxièmement, cette dernière devra également faciliter la réalisation de variations à l'intérieur d'un scénario en adaptant les personnages au joueur.





De son côté, l'analyse du comportement permettra dans un premier temps aux développeurs de régler les réactions du système de simulation de la personnalité grâce aux résultats de l'analyse des réactions d'un panel d'"utilisateurs tests", puis dans un second temps de réutiliser les traces d'informations collectées pour personnaliser dynamiquement l'expérience de jeu, et enfin de fournir dans le cadre de modules d'évaluation (apprentissage, applications médicales, etc.) un diagnostic complémentaire à celui produit par les méthodes actuelles sur la base du déroulement des scénarios.

Le consortium sera composé de 4 acteurs français: Artefacts Studio (développement de jeux vidéos), SBT (développement de serious games), le LIRIS (Laboratoire d'Informatique en Image et Systèmes d'Information) et le GRePS (Groupe de Recherche en Psychologie Sociale) dont les compétences complémentaires en simulation, évaluation d'apprenant, et adaptation des systèmes aux utilisateurs seront garantes du bon déroulement du projet.

1 Description du projet

Le projet SIM2B vise la mise en place d'une technologie et d'outils dédiés à la simulation de personnages capables d'exprimer un comportement émotionnel et social crédible, couplés à des méthodes de mesures et d'analyses du comportement utilisateur afin de répondre à un besoin commun identifié par les partenaires à la fois dans le domaine du jeu vidéo et du jeu sérieux.

1.1 Synthèse des partenaires

Partenaire	Taille	Localisation	Domaine	Contributions
 ARTEFACTS STUDIO	40	Villeurbanne	Jeux Vidéos	Moteur de Simulation, Conception de Scénarios, Optimisation de performances
 SBT	80	Villeurbanne	Conseil & RH, Smart Health	Réalisation de jeux sérieux, Neurosciences
 LIRIS (équipe SICAL)	230	Villeurbanne	Interactions et cognition	Analyse du comportement, Adaptation des systèmes
 GRePS Groupe de Recherche en Psychologie Sociale EA 4163 - Université Lyon 2	60	Bron	Psychologie Sociale	Modélisation processus socio-cognitifs, Processus d'évaluation expérimentale.

Artefacts Studio est une société de développement de jeux vidéos créée en 2003 et basée à Villeurbanne (69100). Elle travaille avec ses 40 collaborateurs sur de multiples plateformes (consoles, PC, téléphones et tablettes) et sur des types de jeux variés, mais souhaite aujourd'hui se spécialiser dans le domaine des jeux de rôles.

SBT, Scientific Brain Training, (société cotée FR0004175222, MLSBT), est spécialisée dans le développement de produits et services innovants intégrant nouvelles technologies, ingénierie cognitive et neurosciences. Grâce à près de 80 collaborateurs dont plus de la moitié de consultants et experts, SBT applique ses savoir-faire à deux grands pôles d'activités : l'accompagnement des grandes organisations (conseil et ressources humaines) et le secteur de la prévention-santé (« Smart Health »). SBT est basée à Villeurbanne.

Le **LIRIS**, regroupant 320 membres, est une unité mixte de recherche dont les tutelles sont le CNRS, l'INSA de Lyon, l'Université Claude Bernard Lyon 1, l'Université Lumière Lyon 2 et l'Ecole Centrale de Lyon et le champ scientifique de l'unité est l'informatique et plus généralement les Sciences et Technologies de l'Information. Les activités scientifiques du laboratoire sont organisées en 14 équipes de recherche structurées en 6 pôles de compétences, de 15 à 30 permanents, reconnues au niveau international. Ce projet se fait plus particulièrement en collaboration avec l'équipe **SICAL** dont les recherches s'orientent vers trois thématiques, à savoir : Serious Games, IHM, et adaptation des systèmes informatiques aux utilisateurs. L'équipe SICAL est également basée à Villeurbanne.

Le laboratoire **GRéPS** (EA 4163) est une unité de recherche fondée en 2007. Il regroupe des psychologues sociaux et du travail de l'Institut de Psychologie et de l'Institut des sciences de l'éducation et de formation de l'Université Lyon 2. La mission principale du laboratoire est d'initier, de fédérer et de valoriser des recherches situées dans le champ de la psychologie sociale et du travail.

1.2 Enjeux stratégiques

1.2.1 Artefacts Studio

L'innovation a toujours constitué une part importante du succès dans le domaine du jeu vidéo : l'innovation sur le contenu proposé au joueur afin d'apporter une expérience sans cesse renouvelée, l'innovation commerciale afin de conquérir et monétiser de nouveaux marchés, et l'innovation technique sous-jacente qui ouvre la voie aux deux types d'innovations précédentes.

En tant que développeur de jeux vidéo, Artefacts Studio a toujours eu conscience de l'importance de la mise en place d'un processus de R&D efficace pour nourrir sa croissance, depuis sa création en 2003 où l'activité était principalement orientée autour de la sous-traitance jusqu'à la période actuelle où la société développe des projets ambitieux sur les dernières générations de consoles et ordinateurs personnels.

Au début de la société, la R&D prenait principalement la forme d'innovations techniques et organisationnelles introduites dans le cadre d'une production spécifique (eg. système de streaming et contrôles innovants dans Motoracer sur DS). Le développement de la société a permis au fur et à mesure des années de commencer à anticiper diverses problématiques indépendamment, comme :

- FreeAge : Une architecture réseau spécifique pour développer des jeux à composante communautaire, multi-plateformes et multi-langages de programmation (2009-2010).
- Robopopuli : Expérimentation avec le développement de jeux utilisant comme support un robot compagnon (FUI 13, 2012-2015).
- Dynam'it : Développement d'une architecture de simulation physique utilisant des modèles innovants (déformables, fluides, etc.) et intégration dans un moteur de jeu vidéo (FUI 13, 2012-2015)
- BEING : Développement d'une architecture d'IA permettant de modéliser des personnages ayant personnalités et émotions et outils d'édition associés (BPI Innovation, 2013-2015+).

Avec le projet SIM2B, et dans la continuité du travail fait sur BEING, Artefacts Studio vise à augmenter ses efforts de R&D sur un domaine qui apporte une plus-value importante à la réalisation d'un type de jeu qui lui tient à cœur depuis la fondation de la société et qui est aujourd'hui un enjeu stratégique pour elle, à savoir les jeux de rôles, jeux d'aventure et leurs déclinaisons (comme les jeux de rôles dits "tactiques"). Dans ces jeux, les interactions avec des personnages intéressants et crédibles représentent un facteur de qualité et de démarcation important.

1.2.2 SBT

L'activité de SBT est structurée autour de deux grands pôles d'activités : l'accompagnement des grandes organisations et le secteur de la prévention-santé. Bien que d'apparence fort différents, ces deux pôles sont reliés par l'expertise de SBT à savoir le développement d'applications et services innovants reposant sur les nouvelles technologies d'ingénierie cognitive et les neurosciences.

Nombreux des travaux de R&D effectués par SBT exploitent les mécanismes du jeu vidéo, principe aujourd'hui appelé ludification (ou *gamification* en anglais). Le produit phare

de SBT sur le marché de l'e-thérapie, HAPPYneuron Pro, est par exemple entièrement basé sur une approche ludique de la stimulation cognitive. Un autre exemple : le programme RC2S (Remédiation Cognitive de la Cognition Sociale) qui a été développé par SBT suite à une thèse CIFRE. RC2S vise à proposer une remédiation cognitive aux personnes souffrant de schizophrénie via des mises en situation virtuelle.

Concernant le pôle conseil et ressources humaines, on peut citer la plate-forme de test cognitifs PEPCO, le serious game HappyRespy (permettant de lutter contre le stress et développé grâce au FUI MASSAI). SBT a également développé avec MISIVIAS le premier serious game de mise en situation virtuelle pour l'évaluation (ou *assessment*). Le test MISIVIAS permet l'évaluation objective des compétences et des aptitudes comportementales des managers via une mise en situation virtuelle ludique.

Avec le projet SIM2B, SBT veut poursuivre son innovation dans le domaine des serious games en effectuant des simulations réalistes des comportements humains des personnages virtuels mais également du joueur. Cela permettra premièrement de développer de nouvelles mises en situation virtuelle plus détaillées et plus réalistes mais également de construire un profil comportemental du joueur. Ses mises en situations pourront être exploitées tant dans le cadre de l'assessment (comme le test MISIVIAS), que dans le domaine de la prévention-santé ou de la remédiation (comme le programme RC2S).

Le comportement humain étant à la base des mises en situation virtuelles réalisées par SBT, le projet SIM2B est un axe de développement prioritaire de la R&D de SBT. Le projet SIM2B permettra par ailleurs à SBT d'améliorer le réalisme du coach virtuel développé pour ses jeux de stimulation cognitive HAPPYneuron.fr.

Pour se donner les moyens de son ambition, SBT dispose de son propre département R&D et a consacré plus de 5M€ dans le financement de ses programmes depuis sa création en 2000. SBT a participé à deux FUI en tant que leader (dont un sélectionné par Bercy : MASSAI) et un troisième en fin de parcours.

1.2.3 LIRIS (équipe SICAL)

Les thématiques de l'équipe SICAL du laboratoire LIRIS portent sur les serious games, l'IHM et l'adaptation dynamique des environnements numériques. Les membres de l'équipe impliqués dans SIM2B ont une forte expérience dans les différents domaines du projet, à savoir les serious games, la modélisation des émotions et de la personnalité pour les personnages non joueurs en se basant sur des modèles issus de la psychologie, ainsi que sur l'analyse du comportement de l'utilisateur à partir de ses traces d'interaction. Réalisant en permanence des projets d'innovation, l'équipe a développé au fil des années un véritable savoir-faire pour la conception et la production des systèmes en partenariat avec le secteur privé. Ce savoir-faire comprend notamment une forte expérience dans le management de projet.

Le tableau ci-dessous présente quelques projets menés par l'équipe en relation avec les différents domaines du projet SIM2B.

Projets	Domaines	Jeux	Système adaptatif	Émotions	Trace d'interaction
CLES - FUI NKM		X	X		X
QueJAnt - Région Rhône Alpes		X	X		X
Robot Populi - FUI		X	X		X
ITHACA - ANR					X
DEEP - RIAM		X		X	
Autisme - Thèse de doctorat		X	X	X	X
SEGAREM - FUI		X			X
ISLE - Région Rhône-Alpes					X

Learning Games Factory - Projet européen	X			X
BING - ANRT-CIFRE	X		X	
PROCOGEC – ANR				X

Ces travaux ont donné lieu aux développements des plates-formes et à la publication de plusieurs articles de conférences et revues nationales et internationales.

Dans le cadre du projet SIM2B, l'équipe **SICAL** souhaite traiter deux problématiques :

- Concernant la première, il s'agit d'intégrer la **dimension sociale** dans la **perception et l'expression émotionnelles**. En effet, dans le cadre d'une thèse CIFRE en partenariat avec Artefacts, une architecture d'un modèle cognitif est en cours de développement [GARN14]. Cette architecture permet à l'agent (PNJ dans le cadre d'un jeu) d'exprimer des émotions en prenant en compte sa personnalité et les événements perçus de son environnement. Basé sur le modèle de Scherer (voir la section 2.1.2), les normes sociales n'ont pas encore été traitées par cette architecture. Ainsi, en lien avec les travaux du GREPS, l'équipe souhaite modéliser cette dimension afin d'intégrer, par exemple, des idéologies, croyances ou des préjugés dans la perception et l'expression des émotions. Un personnage pourra ainsi réagir différemment envers d'autres personnages selon leur historique de relation mais aussi selon l'appartenance à tel ou tel groupe social identifié par le personnage.
- La deuxième porte sur le développement d'une approche **d'extraction interactive de connaissances** permettant d'analyser le comportement de l'utilisateur à partir de ses traces d'interaction afin de faire un retour au concepteur du jeu. En effet, les systèmes de traces existants transforment, à travers des systèmes de base de règles tel que D3KODE¹ (<https://liris.cnrs.fr/publis/?id=6138>), les traces de bas niveau afin d'extraire des informations de haut niveau qui traduisent le comportement de l'utilisateur. Ce qu'on voudrait intégrer, dans le cadre du projet SIM2B, c'est la capacité d'adapter le système de gestion de base de traces afin qu'il puisse rendre compte des informations les plus pertinentes selon le contexte dans le processus de transformation. Il s'agirait alors d'un système guidé dans lequel l'utilisateur (le concepteur ou l'expert selon le domaine d'application) pourrait indiquer ses attendus en terme d'observation.

1.2.4 GRePS

Dans le projet SIM2B, le GRePS va développer deux niveaux d'analyse psychosociale complémentaires de l'usage et de l'expérience des serious game, que sont (1) la simulation des processus psychosociaux pour l'intégration dans un système d'intelligence artificielle et (2) l'évaluation instrumentale et expérientielle du dispositif (ou « comment passer d'une expérience d'usage à une expérience développementale à usage professionnel ? »).

En effet, la conception d'un moteur d'interactions psychosociales va nécessiter :

- de prendre en compte les acquis de la recherche en psychologie sociale sur les éléments sociaux et contextuels qui influencent les perceptions, émotions et choix individuels ;
- de déterminer les indicateurs comportementaux et sémantiques informatifs des attentes et anticipations des joueurs ;
- de concevoir les scénarios théoriques possibles, spécifier des listes de choix et les pondérer en fonction des situations, et concevoir des simulations cohérentes au niveau émotionnel et socio-cognitif.

¹ Thèse encadrée par Karim Sehaba

Ce travail est intéressant car la prise en compte des aspects psychosociaux dans le développement des interfaces utilisateur connaît à l'heure actuelle un intérêt grandissant ([ADAM12], [PRAD12]), et des études récentes ont pu illustrer leurs apports potentiels dans la qualité de l'expérience utilisateur ou de la qualité « persuasive » des environnements numériques ([FOGG02], [IJSS06], [KRAF09]).

A côté de cela, quelques études seulement ont utilisé les décennies de recherche en psychologie sociale pour traiter des environnements immersifs ([KIM12], [MARL14]) et ces recherches restent embryonnaires, sans réelles applications dans le développement de solutions (jeux, serious games, applications et autres) reposant sur des systèmes d'intelligence artificielle [ROTH15].

La démarche d'évaluation quant à elle vise à analyser le passage d'une expérience d'usage (analyse des ressources et des freins) au développement d'une expérience en situation professionnelle. Il s'agit de penser le développement non pas uniquement dans le faire et dans l'usage (au travers des interactions avec le dispositif) mais également porter un regard distancié avec ce « faire » : comment le dispositif suscite-t-il une (ré)élaboration de cette expérience d'usage qui permet d'interroger sa propre pratique professionnelle et d'enrichir/ajuster ses compétences.

La démarche mise en place permettra d'évaluer la technologie à trois niveaux qui chacun interroge une conception différente de l'usage, de l'activité professionnelle et plus généralement de la compétence dans ces différents contextes, à savoir :

- capacité à acquérir la maîtrise d'une compétence à l'intérieur du simulateur,
- transfert de la compétence développée en simulation vers une situation réelle,
- mesure de l'impact à long terme de la simulation sur les évolutions comportementales.

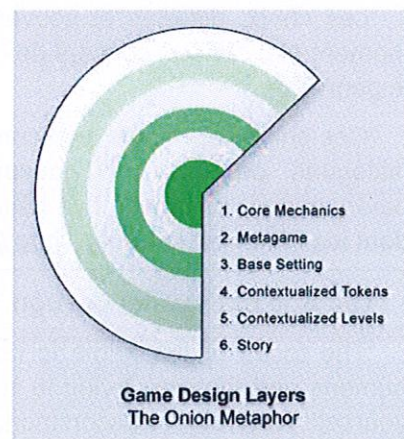
1.3 Motivation du travail sur les émotions et relations sociales

1.3.1 Jeu Vidéo

On s'intéresse aux émotions et aux relations sociales dans le cadre du jeu vidéo afin d'innover sur la scénarisation d'aventures, en complément du travail sur des éléments comme la qualité graphique et la qualité des mécaniques de jeu (l'histoire se trouve au plus haut niveau des couches de gameplay qui constituent un jeu ([LOSTGARDEN])).

L'histoire dans un jeu permet de donner un sens, une motivation aux interactions de l'avatar du joueur avec le monde et de faire le lien entre les séries d'expériences plus mécaniques offertes. Pour que l'histoire ait de l'importance pour le joueur, il faut cependant l'amener à accepter au moins le temps de l'expérience la validité des situations mises en scène (ce que l'on appelle "suspension d'incrédulité").

Le maintien de la crédibilité de l'histoire dépend tout d'abord du travail de l'auteur (et s'arrête là dans le cas d'un livre), puis de celui des acteurs qui vont l'exprimer (réels dans le cas d'un film ou virtuels dans le cas d'un jeu). Dans le cas d'un jeu qui ne propose pas une histoire figée, le maintien de la crédibilité dépend également des interactions du joueur avec le monde. C'est là que la difficulté apparaît : pour garantir la crédibilité d'une histoire dynamique alors qu'il n'aura plus l'occasion d'intervenir dessus lorsque le joueur en fera l'expérience, l'auteur doit valider à l'avance la crédibilité de tous les cheminements qui peuvent amener le joueur dans une situation donnée.



Pour être crédibles, les choix faits par les personnages (et donc les choix proposés au joueur) doivent être cohérents avec les événements passés et rester dans le cadre permis par la suspension d'incrédulité consentie par le joueur. C'est un travail relativement bien maîtrisé aujourd'hui quand il s'agit de maintenir la cohérence des faits (ie. un personnage mort ne participera plus aux scènes suivantes) mais qui reste très difficile pour la cohérence des comportements humains. Ces comportements dépendent des émotions ou des relations sociales, pour lesquels le joueur a des attentes basées sur les comportements attendus dans le monde réel qui sont beaucoup plus difficiles à implémenter car elles sont progressives, interdépendantes, long terme et avec de larges ramifications, alors que pour des raisons de coûts de production et de possibilité des outils existants on travaillait jusqu'ici sur des situations bien tranchées, indépendantes et à l'impact limité.

Cette tendance à offrir toujours plus de possibilités d'interaction au joueur qui ont un impact sur l'aspect émotionnel ou social de l'histoire du jeu est par ailleurs bien visible dans les *pitchs* des jeux incluant une histoire (et pas seulement les jeux de rôle), comme on peut le voir avec ces quelques exemples:

Stalker : Clear Sky (GSC Game World) [FPS, 2008]

"The in-game Zone has been shaken by furious war of factions for the new territories, resources, and control points of the important paths to the center of the Zone. You can affect the balance of forces by joining one of the existing stalker factions or just giving some assistance to it." <http://cs.stalker-game.com/en/?page=gameplay>

"Interacting with other characters in the Zone you can affect their attitude towards you. Positive attitude is a guaranty of possibility to join the faction. You can take the side of Duty, Freedom factions, neutral stalkers, or even bandits."

Mass Effect 3 (Bioware) [RPG SHOOTER, 2012]

"Vos choix influencent les événements à suivre, qu'il s'agisse de vos relations avec les personnages clé, du sort de civilisations entières et même de la fin du jeu, qui peut radicalement changer." <http://masseffect.bioware.com/about/story/>

Witcher 3 (CD Projekt) [RPG ACTION, 2015]

"Les choix, difficiles et souvent sombres, et les conséquences, retardées jusqu'à un moment clé, sont un concept de CD Projekt RED imaginé et développé pour révolutionner le genre."

"Ces choix importants sont complétés par une interactivité continue dans les options de dialogues, permettant au joueur de choisir de quelle façon il va parler aux autres personnages, comment il va bâtir des relations, ce qui, en retour, va déterminer la façon dont les PNJ vont le traiter." <http://thewitcher3.fr/the-witcher-3-traque-sauvage/>

The Age of Decadence (Iron Tower) [RPG TOUR PAR TOUR, 2015]

"The focus of the game is not on killing monsters, but rather on dealing with fellow humans and factions, trying to survive – easier said than done – and making a name for yourself. Naturally, to accommodate all that scheming, plotting, and backstabbing, we give the player plenty of choices, from multiple solutions to quests to different paths you can take through the game. You (and your actions) will determine who your friends and enemies are. There are no default good and bad guys."

<http://store.steampowered.com/news/11872/?l=french>

C'est un thème que l'on retrouve aussi couramment dans les discussions de design, les études et la formation.

L'article suivant propose une approche pour intégrer une personnalité de l'avatar du joueur comme dans les jeux de rôle papier : [\[GAMA01\]](#)

L'article suivant étudie le comportement éthique dans les jeux vidéos (utilisant Fable III), qui analyse entre autre chose l'aspect émotionnel et emphatique des décisions prises : [\[SCH11\]](#)

Le sujet est aussi directement étudié par les élèves en conception de jeu vidéo comme par exemple à l'université de New York (comme on peut le voir dans cette vidéo de cours, où l'on s'intéressera tout particulièrement aux sections 23:20-25:30, 25:30-29:00 qui couvrent justement les approches scénaristiques) : [\[VIDEO01\]](#)

Finalement, on peut constater que ce besoin d'expérience émotionnelle et sociale dans les jeux est aussi exprimé par les joueurs. Exemples de témoignages exprimant les manques ressentis dans les jeux actuels :

- [\[FORUM01\]](#)
- [\[FORUM02\]](#)
- *"J'ai constamment dans les RPGs une impression d'anonymat sévère. Genre, j'achète 30 fois un truc chez le même marchand ; il me dira toujours "Salut étranger, bienvenue en ville". Pourquoi pas incorporer des marchands qui se souviennent, vous font des prix avec le temps, vous invitent à une réception ou que sais-je."*
- *"STOP AU KARMA MAGIQUE ! Je m'explique : Pourquoi un npc est-il méchant avec moi car je suis "mauvais" alors qu'il ne PEUT PAS être au courant que la nuit, je vole et tue dans les maisons ? Plus de réalisme de ce côté la serait vraiment intéressant."*
- [\[FORUM03\]](#)

Les attentes des joueurs sont confirmées dans le cadre d'études comme celle-ci : [\[PSYC06\]](#)

1.3.2 Jeux Sérieux

Dans la majeure partie des contextes d'utilisation des jeux sérieux (apprentissage, évaluation, remédiation...), l'objectif est de pouvoir transposer l'expérience du jeu vers la vie réelle. Lorsque le jeu sérieux est centré autour des interactions humaines, il est donc fondamental de reproduire des comportements humains réalistes et crédibles.

Avec les méthodes actuelles, il arrive fréquemment que le joueur n'ait pas la possibilité d'exprimer la réaction qui lui paraîtrait appropriée dans une situation donnée. De façon moins fréquente mais beaucoup plus problématique, la situation qui découle d'un choix du joueur peut ne pas correspondre à ce qu'il pensait exprimer.

Le travail qui va être fait dans SIM2B doit permettre de répondre à ces problématiques d'une part en permettant d'offrir plus de choix qui couvriront un plus large panel d'états psychosociaux, et d'autre part de mieux comprendre comment les choix individuels sont perçus afin de résoudre les ambiguïtés.

1.4 Apport de l'analyse de traces

1.4.1 Avantage reconnu

C'est un fait bien étudié maintenant que l'analyse des traces de jeu permet d'améliorer la qualité du contenu et les performances du jeu auprès du public. On trouve d'ailleurs maintenant de nombreux livres ou articles en expliquant les avantages et la mise en oeuvre dans les jeux vidéos, comme :

- "Game Analytics: Maximizing the Value of Player Data" [\[ELNA13\]](#)
- "Data Analytics for Game Development" [\[HULL11\]](#)
- "Tracing a little for big Improvements: Application of Learning Analytics and Videogames for Student Assessment" [\[SERR12\]](#)
- "Intro to User Analytics" [\[GAMA02\]](#)

Ce qui fait qu'il existe déjà de nombreux middlewares dédiés à la collection de données pour les jeux, dont les plus connus sont par exemple :

- Flurry: <http://www.flurry.com>
- Apsalar: <http://apsalar.com>
- GameAnalytics: <http://www.gameanalytics.com>

Les solutions commerciales correspondent relativement bien à une utilisation sur un jeu déployé, mais ne fournissent par contre pas les outils adaptés à des méthodes semi-interactives (comme des questionnaires). On peut aussi noter une tendance peu appréciable à lier ces services à des réseaux publicitaires et à s'arroger des droits d'exploitation des données collectées pour leur propre compte, comme expliqué ici :

- "Why most game analytics companies become ad networks" [GAMA03]

On notera aussi l'apport des neurosciences en lien avec l'analyse de traces, dont l'utilisation conjointe se fait déjà dans d'autres domaines comme la télévision, cf : [THES15]

1.4.2 Amélioration de la qualité du module de simulation

L'utilisation de l'analyse de traces pour l'amélioration du modèle psychosocial dans le projet SIM2B se place dans le cadre d'un développement de simulations dit "evidence based" qui est nécessaire pour comparer les prédictions d'un modèle théorique complexe avec la réalité perçue par le joueur.

Un travail spécifique sur l'analyse des données, informé par les travaux existants en psychologie sociale, permettra par exemple de tenir compte de la distance psychologique (Trope & Liberman, 2010) et de la perspective temporelle (Zimbardo & Boyd, 1999) dans la prise de décision des PNJs et d'identifier précisément l'aspect du raisonnement qui a divergé entre le PNJ et le joueur pour arriver à faire converger le modèle.

1.5 Approche concrète mise en oeuvre

1.5.1 Moteur de simulation d'émotions et de relations sociales

Dans un système traditionnel, les interactions avec les personnages non joueurs sont construites sous forme d'un graphe de décision (voir Figure 1). Ce graphe peut être très détaillé localement, mais nécessite que l'impact à long terme des décisions (actions, choix des répliques...) soit limité afin de maîtriser l'explosion de la complexité.

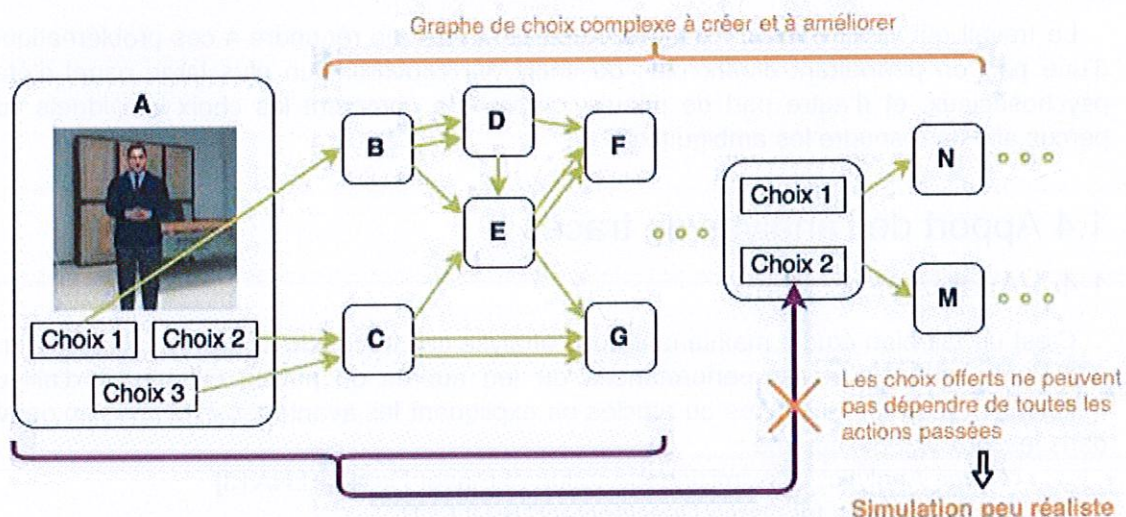


Figure 1 : Exemple générique de graphe de choix. Afin de limiter la complexité du graphe, des enchaînements d'actions différentes peuvent mener aux mêmes états (il est possible d'arriver à l'état E via différents chemins). Il n'est alors pas possible de proposer des choix dépendant de toutes les actions passées.

En développant un moteur d'interactions psychosociales, une partie de la complexité du graphe de décision est prise en charge par le moteur. Les interactions possibles à un instant donné dépendent de l'état du moteur à cet instant et impacteront toutes de façons différentes l'état du moteur (voir Figure 2). Cela permet, qu'à chaque instant, les choix possibles pour le joueur dépendent de tous ses choix précédents.

Pour chaque nœud du graphe de décision, un ensemble plus grand de choix peut donc être créé par le scénariste sans impacter la complexité de l'arbre de décision (c'est-à-dire sans ajouter de nouveaux nœuds).

Au lieu de définir pour chaque nœud du graphe les transitions possibles vers les nouveaux nœuds, on définit pour chaque choix :

- la condition sur l'état du moteur pour que ce choix soit proposé,
- le nœud vers lequel ce choix mène,
- les impacts de ce choix sur la simulation.

C'est donc le système qui propose et filtre les choix possibles en fonction de la situation, et non plus le développeur, ce dernier se doit toutefois de définir les règles qui régissent le système.

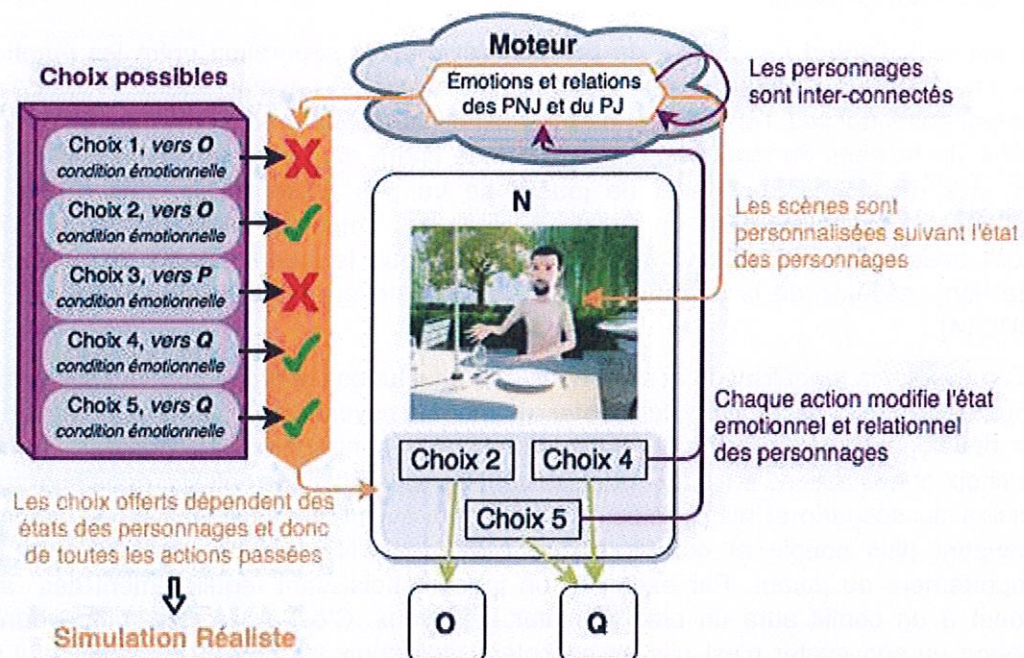


Figure 2 : Exemple d'une scène utilisant le moteur d'interactions psychosociales. Le moteur détermine, en fonction des états des personnages, les choix accessibles parmi tous les choix théoriquement possibles dans cette scène. Le contenu de la scène (gestuels et faciès des personnages...) est également déterminé par le moteur. Les choix et actions du joueur vont influencer les états des personnages. La Figure 3 donne une vision plus globale du fonctionnement du moteur.

Afin de tirer pleinement profit du moteur d'interactions psychosociales, il est nécessaire d'adapter le rendu des scènes en fonction de l'état émotionnel des personnages et de leurs relations sociales. Ceci peut être fait en modifiant l'expression des personnages : expressions faciales, comportements, gestuelles ou encore la tonalité de la voix. Il est également possible d'afficher des informations additionnelles sur l'interface utilisateur comme par exemple des indicateurs d'humeur.

Une problématique importante soulevée par l'introduction du moteur d'interactions psychosociales dans le graphe de choix est le risque de situations bloquantes non prévue lors de la scénarisation. En effet, il est possible dans le cadre d'un scénario mal conçu

d'arriver à une situation où aucun choix théoriquement possible ne soit compatible avec l'état émotionnel des personnages, et donc d'arriver à une situation de blocage².

Ces situations bloquantes peuvent être évitées de plusieurs façons. Soit via des mécanismes propres au jeu (par exemple via la possibilité d'effectuer des actions pour améliorer les relations vis-à-vis des personnages clés pour la progression) soit via des mécanismes propres au moteur. Il est par exemple possible d'ajouter au moteur la notion de choix nécessaires. C'est-à-dire la possibilité pour certaines situations de spécifier une liste de choix dont au moins un doit forcément être accessible. Le moteur relâche alors les contraintes sur les conditions émotionnelles pour qu'au moins un des choix nécessaire soit toujours proposé. Une autre solution est d'exploiter l'aspect temporel de la simulation. La simulation évoluant au cours du temps vers des relations plus neutres, les choix impossibles à un moment t , peuvent être débloqués après un certain temps.

Afin de repérer les situations potentiellement bloquantes du graphe de choix plus facilement il est prévu de développer des outils d'analyse des graphes de choix et des chemins. Les objectifs de ces outils sont plus amplement décrits dans la section 1.5.3.

1.5.2 Analyse du comportement du joueur

Le deuxième objectif de SIM2B est très ambitieux et vise à analyser et décrypter le comportement du joueur.

Il est tout d'abord nécessaire de préciser l'éventuelle séparation entre les émotions et ressenti du joueur et ceux du personnage qu'il contrôle (son avatar). Dans le cas de mises en situations virtuelles, l'objectif est de rapprocher au maximum les émotions théoriques de l'avatar du ressenti du joueur lui-même. Dans le cadre du jeu vidéo, il peut évidemment y avoir des décalages importants (le joueur ne va pas ressentir au sens propre de la souffrance). Cependant dans un jeu de qualité, les émotions du joueur doivent être en accord avec celles de son avatar. L'objectif étant que le joueur puisse, par empathie et projection, ressentir de la joie mais aussi de la peine ou de la colère durant une partie [TORD14].

L'analyse et la modélisation doivent donc être effectuées séparément pour l'avatar et pour le joueur. Concernant l'analyse de l'avatar, un modèle psychosocial similaire à celui des PNJ sera développé. Les émotions et relations de l'avatar sont également adaptées en fonction des choix et des actions du joueur et ce suivant les spécifications définies dans le graphe de décision du scénario et les principes du moteur. L'évolution psychosociale de l'avatar est cependant plus souple et complexe que celle des PNJ afin de pouvoir s'adapter au comportement du joueur. Par exemple, un joueur choisissant régulièrement des actions menant à un conflit aura un profil d'avatar belliqueux. C'est-à-dire que même dans une situation où son avatar n'est pas en colère, des choix menant à des conflits lui seront plus souvent proposés qu'à un joueur dont l'avatar a évolué vers un profil plus pacifiste.

Concernant l'analyse du comportement du joueur, la tâche est beaucoup plus délicate puisqu'aucune mesure directe n'est généralement disponible³. Il s'agit donc d'exploiter des mesures indirectes comme les temps de réaction ou encore les suites de réponses non cohérentes ou trop rapides. L'objectif n'est pas d'en déduire l'état émotionnel spécifique au joueur ni son profil comportemental, mais de vérifier s'il paraît cohérent avec l'état de son avatar. Plus concrètement, il s'agit d'estimer si le joueur est immergé dans le jeu ou la simulation ou s'il a "décroché".

² Un exemple simple : le joueur doit pour terminer sa quête ramener un trophée à un PNJ. Malheureusement ce dernier est en colère et ne veut plus lui adresser la parole. Il s'agit ici d'un défaut évident de scénarisation. Cependant il peut être plus difficile à détecter car provoqué par un enchaînement très particulier d'actions.

³ Il est cependant possible d'imaginer mesurer les émotions du joueur via une webcam par exemple.

Le retour de l'analyse du comportement du joueur pourra alors avoir un impact sur l'état du moteur de simulation et sur le déroulement du scénario. Les PNJ peuvent par exemple réagir à un temps de réflexion particulièrement long du joueur en exprimant leur impatience ou leur incompréhension. Cela permet de renforcer l'immersion dans le jeu. Inversement si le joueur ne prend pas le temps de lire les dialogues, les scènes suivantes peuvent être tronquées. Il est également possible d'orienter le jeu vers plus d'action en proposant des choix permettant à son avatar de s'emporter ou de montrer son ennui afin d'accélérer les discussions.

1.5.3 Méta analyse des parcours et comportements des joueurs

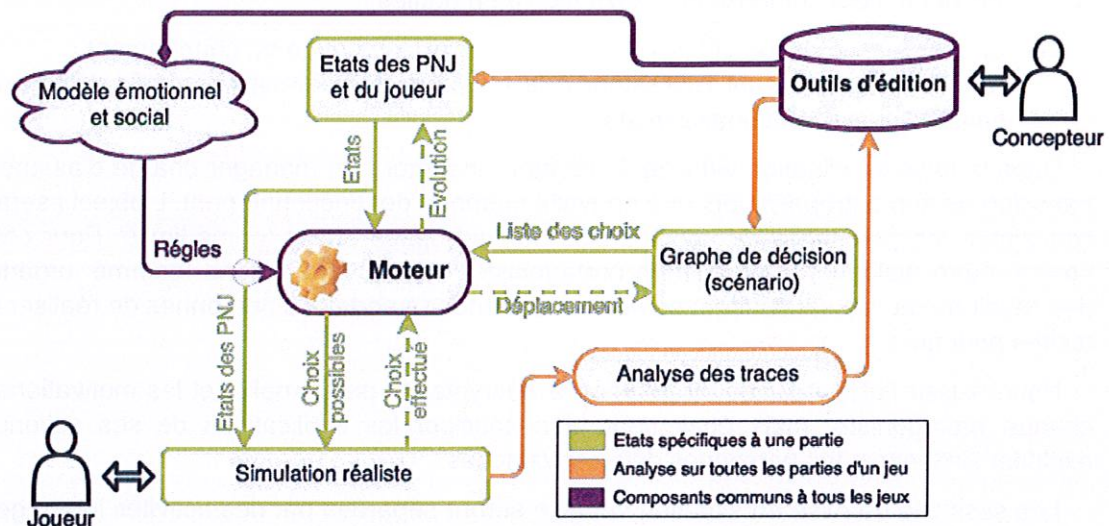


Figure 3 : Schéma de fonctionnement général. Les comportements des joueurs sont analysés durant la phase de développement du jeu, mais également dans la version finale. Ces analyses des traces sont utilisées via des outils d'édition pour calibrer les états des PNJ et le déroulement du scénario mais également pour affiner le modèle émotionnel et social.

Afin de calibrer et valider le moteur psychosocial, des outils seront développés pour effectuer une analyse globale des parcours de choix des utilisateurs (voir Figure 3). L'objectif est d'exploiter les traces de chaque joueur pour améliorer la simulation.

Ces améliorations se font à deux niveaux : au niveau d'un jeu et au niveau du modèle de simulation. Elles sont tout d'abord effectuées durant le développement du jeu et de ses tests, mais sont prévues pour continuer tout au long de l'utilisation du jeu.

Au niveau du jeu, il s'agit d'améliorer la cohérence du scénario, en travaillant plusieurs points :

- explorer les situations peu utilisées voire inaccessibles ou bloquantes du scénario,
- ajuster les impacts des choix du joueur sur la simulation,
- affiner les états émotionnels initiaux des personnages,
- calibrer le moteur d'analyse du comportement du joueur et de son avatar.

Au niveau du modèle de simulation il s'agit d'affiner la modélisation des émotions et des relations sociales ainsi que leurs règles d'évolution.

Cette analyse des traces et des comportements de l'ensemble des joueurs servira également de base pour construire le moteur d'analyse du comportement du joueur décrit dans la section précédente. Concrètement, l'analyse du comportement du joueur sera faite par comparaison avec les comportements habituels des joueurs.

1.5.4 Démonstrateur

Afin de garantir l'aboutissement en fin de projet à une technologie pouvant être facilement exploitée commercialement, un démonstrateur sera développé. Ce démonstrateur a deux objectifs :

- permettre de tester et régler le moteur sur un cas d'utilisation réel,
- servir de base au développement d'un serious game qui sera commercialisé dans les 6 mois suivant la fin de SIM2B.

Le démonstrateur choisi est un serious game de formation à la conduite du changement. Le serious game sera composé de deux types de modules :

- une mise en situation virtuelle sur une mission de conduite du changement,
- des activités poussant l'utilisateur à la réflexion et à l'introspection afin de favoriser l'assimilation des connaissances.

Dans la mise en situation virtuelle, l'utilisateur incarnera un manager chargé d'assurer la transition de son entreprise vers une nouvelle méthode de fonctionnement. L'objectif sera de convaincre les personnes aux postes clés de l'entreprise en un temps limité. Pour cela il pourra, outre dialoguer avec chaque protagoniste, réaliser des actions (comme organiser des réunions ou des séminaires) ou encore demander à certaines personnes de réaliser des tâches pour lui.

Pour réussir l'utilisateur devra parvenir à décrypter la personnalité et les motivations de chaque protagoniste, mais également bien anticiper les implications de ses actions et exploiter l'influence des personnes déjà convaincues.

Les sessions de mise en situation virtuelle seront séparées par des activités interrogeant l'utilisateur sur sa compréhension du profil des personnages ainsi que des questions sur sa stratégie le poussant à l'introspection. Accompagné par des échanges avec un formateur tout au long de l'utilisation du serious games, cela lui permettra d'encourager le transfert des connaissances acquises durant la formation dans la vie professionnelle.

Ce serious game fera donc travailler non seulement la conduite du changement mais également l'intelligence émotionnelle et plus largement les interactions sociales.

Des serious games sur la conduite du changement sont commercialisés par des concurrents de SBT [LEAR01]. Cependant ils se concentrent sur la conduite des actions sans réellement développer l'aspect social pourtant fondamental dans un tel apprentissage. La technologie développée par SIM2B associée au savoir-faire d'Arnava (la filiale de SBT spécialiste de la conduite du changement), permettra de créer un outil d'apprentissage innovant sur un marché à fort potentiel mais relativement concurrentiel.

1.6 Avantages des choix techniques

1.6.1 Généricité

Tout d'abord, nous avons choisi une approche basée sur des modèles psychologiques et sociaux réalistes et la mise en place d'une simulation de l'état psychosocial des personnages parce que nous cherchons à mettre en place une solution qui soit pertinente pour de multiples types d'application (jeu, formation, évaluation, remédiation) et compatible avec de nombreuses déclinaisons dans des produits spécifiques (eg. formation à différents postes, jeux faisant intervenir des sociétés inventées aux conventions sociales variées).

Le caractère compréhensif et générique visé par la technologie SIM2B sera un avantage par rapport aux méthodes de production de jeux existantes basées sur le réglage artisanal de scénarios indépendants. En effet, ces manipulations ad-hoc rendent difficile

l'identification des points communs et des approches transférables entre les applications individuelles.

1.6.2 Rejouabilité et Adaptabilité

L'approche choisie dans le projet SIM2B va aussi avoir un impact sur la déclinaison du contenu produit, car autant avec une méthode de production traditionnelle on prévoyait juste l'adaptation du scénario au comportement du joueur, autant avec notre approche le système sera résilient à la variation des personnages non joueurs qui participent au scénario.

Cela permettra ainsi de donner deux qualités supplémentaires (similaires au niveau de l'implémentation mais répondant à des objectifs différents) aux applications utilisant SIM2B, que sont :

- La rejouabilité, à savoir permettre de répéter une expérience avec des conditions de départ différentes (personnalités et relations sociales des acteurs différents) et ainsi, par exemple dans un jeu sérieux, de valider que l'utilisateur a maîtrisé les principes mis en oeuvre plus globalement que sur une seule mise en situation, et dans un jeu d'introduire une variabilité et une richesse d'expérience qui va permettre de minimiser l'aspect répétitif de situations similaires.
- L'adaptativité, qui en lien avec l'intégration dans un processus de mesure et d'analyse du comportement de l'utilisateur va permettre de régler les paramètres des personnages lors d'une seule session de jeu pour par exemple se concentrer sur les configurations qui lui posent problème dans le cadre d'un processus de formation ou de remédiation, ou tout simplement pour améliorer son expérience dans un jeu vidéo.

1.6.3 Productivité et qualité

De façon plus générale, la mise en place de la technologie de simulation va permettre de factoriser certains des éléments de production dans la réalisation du modèle comportemental et donc de faire des économies d'échelle, de fiabiliser nos processus de développement et de test de scénarios grâce aux outils mis en place et à l'expérience acquise, et donc en général d'améliorer notre productivité.

Selon les contraintes de production, une partie de ce gain de productivité pourra ensuite être réinvesti dans l'amélioration de la qualité des produits (typiquement en construisant des personnages au comportement plus nuancé), mais indépendamment de ce choix, la qualité de l'expérience vécue par le joueur devrait de toute façon augmenter aussi grâce à la meilleure compréhension de la perception des situations par le joueur obtenue grâce à l'analyse de comportement.

1.7 Utilisations prévues du moteur Sim2B

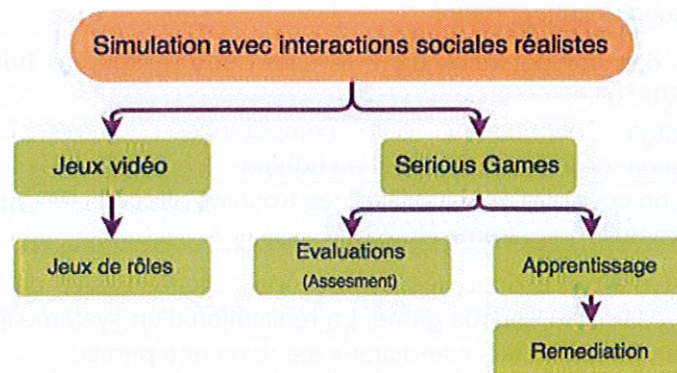


Figure 4 : Premières utilisations prévues du moteur de simulation d'émotions et de relations sociales.

1.7.1 Utilisations dans les jeux vidéos

Dans le cadre des jeux vidéo, le moteur Sim2B sera d'abord utilisé pour des jeux de rôles. Artefact studio prévoit de l'utiliser pour des licences dont les développements sont prévus sur le long terme comme les "Naufragés d'Ythaq" ou le "Donjon de Naheulbeuk" ou encore pour des univers propres comme "Terra Hominis".

L'objectif dans un premier temps est d'arriver à corriger le détachement entre les mécaniques de jeu et l'histoire racontée. Par exemple, même si les motivations de l'avatar du joueur sont expliquées par le scénario (altruisme, recherche de la gloire, etc.) les motivations du joueur propres aux mécaniques de jeu sont indépendantes et plus basiques (augmentation de niveau, récompenses...).

Concrètement, l'introduction des mécaniques psychosociales va permettre de donner des conséquences aux actions du joueur plus nuancées, crédibles, et moins centrées sur l'avatar du joueur, indépendamment du système de *scripting* principal des quêtes.

Avec ce système, l'exécution des quêtes aura un impact sur le monde au delà du résultat de base de la quête, par exemple si un PNJ fait appel au joueur pour récupérer un objet volé, il y aura toujours de base une récompense prévue par la quête, mais cette récompense pourra être modulée en fonction de ses relations avec le donneur de quête. De plus, l'impact de la façon dont le joueur décide de résoudre la quête sur le reste du monde sera pris en compte, par exemple si le joueur décide de tuer tous les voleurs pour récupérer l'objet, cela pourra effrayer certains PNJ par la brutalité de l'acte, ou au contraire selon leur personnalité les rendre admiratifs, ou même en colère s'ils appréciaient une personne tuée.

L'aspect social implique que les interactions avec un personnage affecteront non seulement la relation du joueur avec ce personnage mais également celles avec les autres PNJ. Ce phénomène est souvent présent dans les jeux de rôles mais de façon extrêmement simplifiée par un système d'alignement ou de factions, alors que la simulation permettra d'avoir des approches plus nuancées entre différents individus d'une même faction.

Ceci permettra de créer une expérience de jeu plus engageante en stimulant les compétences sociales des joueurs et pas simplement leur analyse des mécaniques du jeu, tout en prenant garde à ne pas présenter non plus une expérience trop imprévisible afin de préserver le sentiment de liberté et d'auto efficacité qu'offre en général l'immersion dans un univers virtuel.

1.7.2 Utilisations dans les serious games

Le moteur développé dans le cadre de SIM2B sera d'abord utilisé dans des serious games de type mise en situation virtuelles.

Trois types utilisations sont prévus :

- l'évaluation des compétences dans le cadre des ressources humaines (exemple : projet MISIVIAS),
- l'apprentissage, notamment des compétences douces (ou soft skills : communication, organisation, travail en équipe...),
- la remédiation cognitive en particulier des troubles affectant les relations sociales des patients (exemple programme RC2S).

Dans ces trois types utilisations, les interactions psychosociales de l'utilisateur avec la simulation sont au centre du serious game. La réalisation d'un système innovant permettant une simulation plus réaliste de ses interactions est donc une priorité.

Outre cette recherche de réalisme intrinsèque au type d'utilisation souhaitée, deux autres objectifs sont visés : l'adaptation du serious game à l'utilisateur et l'évaluation de son comportement.

L'adaptation à l'utilisateur est faite par l'analyse de ses choix et de ses actions⁴ mais également grâce à une simulation émotionnelle et sociale de son avatar. Cette adaptation permet non seulement de renforcer l'immersion de l'utilisateur dans la simulation mais surtout d'augmenter l'adéquation du serious game à l'utilisateur.

Le dernier objectif, soit l'évaluation du comportement de l'utilisateur, est encore plus ambitieux. Plus précisément, il ne s'agit pas d'évaluer directement le comportement de l'utilisateur mais d'en fournir des indicateurs.

Le premier indicateur évoqué dans la section 1.5.2 consiste à fournir une appréciation de l'immersion du joueur dans la simulation. Cet indicateur est particulièrement important dans le cadre de l'évaluation des compétences puisqu'il contribue à mesurer la fiabilité des résultats. Le participant a-t-il agit comme à son habitude ou a-t-il cherché à prendre du recul pour donner les réponses qu'il pense attendues.

Les autres indicateurs sont issus de la simulation psychosociale de l'avatar de l'utilisateur effectuée par le moteur. Ils permettent d'obtenir un retour sur le comportement de l'utilisateur dans la simulation qu'elle soit faite dans le cadre d'une évaluation, d'un apprentissage ou d'une remédiation. Dans le cas d'une évaluation, ces indicateurs n'ont pas vocation à remplacer les résultats normalement produits par la simulation mais simplement à les compléter. Un moteur de simulation psychosociale générique ne remplace pas la démarche d'évaluation qui sera toujours nécessaire à la rédaction du scénario de la simulation.

⁴ Cette analyse est notamment faite via la comparaison des choix et comportements de l'utilisateur par rapport à ceux des autres joueurs.

2 Innovation

2.1 État de l'art

2.1.1 Frameworks d'IA

La plupart des middlewares en Intelligence Artificielle sont basés sur les problèmes de Pathfinding (HAVOK AI, Autodesk Kynapse) ou de prises de décisions (SIMBIONIC , RAIN {AI}...).

Certaines sociétés proposent toutefois des offres complémentaires, comme SPIROPS qui intègre des fonctionnalités liées à la personnalités et aux émotions des personnages [SPIR01].

On peut également citer XAITMENT et EMOTION.AI, qui, malgré des fonctionnalités prometteuses, ne semble plus actifs depuis plus de 3 ans.

Les problématiques des middleware d'IA sont multiples :

- tout d'abord l'utilisation d'une partie seulement d'un framework est rarement possible : toutes les fonctionnalités sont souvent liées (pathfinding, stockage des connaissances, mémoire, décisions...)
- le domaine de l'IA est très vaste, et un framework utilisant un concept donné n'est pas forcément adapté à tous les types de jeu, ce qui a tendance à fractionner les marchés potentiels.
- Les développeurs ont besoin d'un haut niveau de contrôle sur le contenu, ce qui n'est pas toujours possibles avec les licences proposés, mais aussi d'une réactivité et d'une adaptation du support, alors qu'il faut souvent attendre la version suivante du framework, ce qui peut prendre du temps.
- Enfin, le fournisseur de middleware doit être dans une situation stable pour être en mesure d'assurer une continuité dans le support tout au long de la production d'un jeu (qui peut durer plusieurs années sur des jeux à gros budgets)
- Certains middleware sont proposés sous la forme de plugin à des moteurs existants (comme Unity), et ne peuvent donc pas être utilisés en dehors de ces moteurs, c'est le cas pour RAIN {AI} par exemple.

Au final, le choix de l'utilisation d'un middleware est souvent évalué comme un risque dans les productions et une solution interne est souvent préférée [GDCV01].

2.1.2 Modélisation des émotions

Dans un monde social où règne la communication et les interactions, les émotions jouent un rôle majeur dans notre capacité à nous adapter, à prendre des décisions, et présenter un comportement flexible. Leurs expressions motrices permettent de partager avec notre interlocuteur notre état émotionnel et lui permet ainsi d'adapter son comportement. L'émotion est plus particulièrement caractérisée comme un phénomène multicomponentiel [SAND 09] qui inclut l'évaluation cognitive de l'évènement déclencheur (identité de l'évènement, apport pour l'individu...), l'expression motrice, la réponse physiologique (cœur qui s'accélère...), la tendance à agir (changement de motivation, préparation à la fuite...) et les sentiments subjectifs. Nos émotions sont ainsi définies comme l'ensemble des changements interdépendants et synchronisés de ces composantes en réponse à un événement significatif pour l'individu. Et l'évaluation cognitive du stimulus nous permettrait de répondre de manière différenciée à chaque situation (voir modèle de Scherer [SCHE94] [SCHE04]).

Le modèle OCC (du nom de ses trois concepteurs: Ortony, Clore et Collins) est un des modèles de l'émotion les plus utilisés à ce jour dans les implémentations de simulation d'émotions. Ce modèle spécifie 22 émotions (11 couples antagonistes) en les catégorisant

par un enchaînement de déclencheurs classifiés. L'émotion est définie selon les causes de déclenchements (conséquence d'événements, action d'agents, perception d'un objet), la cible des événements, les effets sur les agents (soi, les autres), etc.

Pour Scherer [SCHE94] [SCHE04], l'émotion se manifeste comme un processus dynamique qui consiste à : évaluer constamment les objets, comportements, événements en fonction de leurs effets internes (sur ses buts, son bien-être) et externes ; préparer à l'action ; communiquer des réactions.

Les événements sont évalués sur la base de critères organisés en séquence (et regroupés en 4 catégories principales : pertinence, implication, potentiel de maîtrise, compatibilité aux normes).

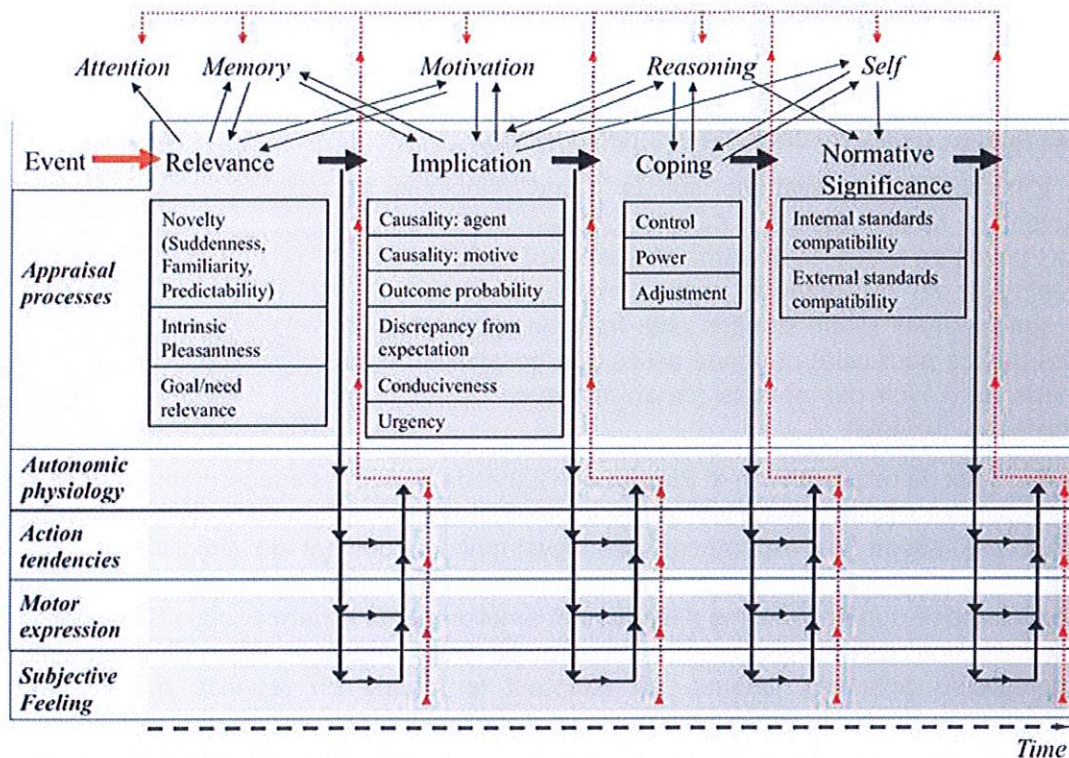


Illustration du "Component Process Model" de Scherer

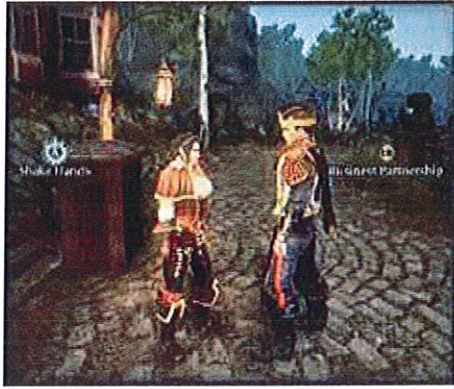
Notre choix s'est porté sur le modèle de Scherer pour plusieurs raisons :

- c'est un modèle complet (OCC ne permet pas la représentation d'émotions, il faut donc le combiner à un autre modèle dimensionnel) ;
- Scherer gère le déclenchement des comportements liés aux émotions ;
- Scherer gère l'intensité des émotions.

En plus d'avoir un modèle émotionnel, il est nécessaire d'avoir une architecture d'agents cognitifs qui est utilisée pour mettre à jour les émotions ressenties. Les architectures les plus utilisées pour ce faire sont les architectures BDI (Beliefs Desire Intentions) [BRAT87] et Soar [LAIR87].

Finalement, il existe de multiples architectures d'agents affectifs qui visent à implémenter les modèles émotionnels de façon concrète comme EMA (EMotion and Adaptation) [MARS09], PEACTDIM [NEWE90], PSI [DORN03], FATiMA (Fearnot AffecTive Mind Architecture) [DIAS11] et ORIENT [LIM11].

- Modélisation des émotions et relations sociales dans le jeu vidéo



Des jeux comme **Fable 3** de LionHead Studios [[LION01](#)] et plus récemment **Road Not Taken** de Spry Fox [[SPRY01](#)] ont déjà cherché à ajouter une couche d'interaction relationnelle avec les personnages non joueurs, qui se traduit de façon mécanique par l'augmentation ou la diminution d'un coefficient unique (de la haine à l'amour, approximativement) en fonction d'interactions spécifiques que le joueur choisit d'initier avec les personnages.

Fable propose par exemple un jeu de gestes d'interactions positives ou négatives que le joueur peut utiliser sur un personnage, et permet aussi aux personnages en réponse de proposer des quêtes, d'offrir ou de demander des cadeaux.

L'impact de ce système sur la trame principale de l'aventure reste cependant minimal : il permet de gagner des points de héros (le système d'expérience qui permet de débloquent des compétences) mais n'est pas obligatoire (il y a suffisamment d'opportunités plus traditionnelles de faire des quêtes pour cela) et donne accès à la possibilité de se marier et d'avoir des enfants (ce qui n'a aucun impact sur l'histoire principale).



Les jeux de rôle **Oblivion** et **Skyrim** de Bethesda Softworks intègrent un système nommé « Radiant AI » permettant d'humaniser les personnages. Les résultats visibles dans Oblivion n'ont pas atteint les espérances des développeurs, qui ont dû simplifier le système à outrance, celui-ci étant devenu trop incontrôlable [[BETH01](#)] [[BETH04](#)]. Néanmoins, tout porte à croire que ce système a été revu et amélioré dans le dernier opus Skyrim [[BETH02](#)]. Radiant Story [[BETH03](#)] permet également de créer une expérience plus personnelle et imprévisible pour les joueurs, en adaptant le monde en réponse à ses actions et expériences passées. Par exemple, Radiant Story peut être utilisée pour définir un objectif de quête dans un endroit que le joueur n'a pas encore découvert, et peupler ce lieu avec des ennemis qui conviennent à ses capacités ou faire réagir des PNJ (personnages non-joueurs) selon les actions passées du joueur.

Finalement, il est difficile de parler de simuler les émotions et relations sociales sans citer **Les Sims 4** de Electronic Arts [[EA01](#)], qui est clairement la référence aujourd'hui sur l'aspect simulation.

Le jeu se concentre sur l'aspect simulation ou "bac à sable" : le joueur n'a pas le contrôle entier de son avatar, son état étant simulé de la même façon que les personnages non joueurs, et le joueur le manipule en lui faisant réaliser des actions sur le monde qui influent sur son état émotionnel en plus de leur effet sur le monde (et comme l'avatar est simulé, il va aussi selon son état émotionnel faire des actions de lui-même ou refuser d'obéir à certaines commandes).



Les Sims 4 : système d'émotions