

Original : anglais

**UNE EVALUATION DE LA REALITE VIRTUELLE  
EN AFRIQUE**

**Une perspective pour l'éducation**

Une Evaluation de la réalité virtuelle  
en Afrique

Réalisée par

David Lockwood  
The Naledi3d Factory (Pty) Ltd

Cette étude exprime l'opinion de ses auteurs et non pas nécessairement celle de l'UNESCO.

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'UNESCO aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Entrée du catalogue conseillée :

Une Evaluation de la réalité virtuelle en Afrique, une perspective pour l'éducation/réalisée par David Lockwood : The Naledi3d Factory (Pty) Ltd. - Paris : UNESCO, 2004 - viii, 46 p.; 30 cm.

(CI-2004/WS/1)

I - Titre

II - UNESCO

## PREFACE

L'UNESCO soutient depuis 2002 un certain nombre d'initiatives menées par la Naledi3d Factory en Ethiopie, en Afrique du Sud et en Ouganda (résumées dans l'encadré), qui ont exploré les possibilités de la Réalité Virtuelle (RV) en tant qu'outil pédagogique en Afrique.

Afin de définir une orientation dans ce domaine de projet, l'UNESCO a commandé ce rapport, qui évalue les avantages comparés de l'application des outils multimédias et interactifs en 3D à l'environnement de l'apprentissage. Ce projet a été scindé en deux parties :

1. Un panorama des pratiques générales et des méthodes d'utilisation des outils multimédias et interactifs en 3D comme supports d'apprentissage, et
2. Un programme d'évaluation en Afrique du Sud et en Ouganda qui couvre un certain nombre d'écoles et de cybercentres communautaires.

Les auteurs ont dressé ce panorama avec la collaboration de trois autres spécialistes qui ont été chargés de réaliser quatre articles originaux : "La RV dans le cadre d'une éducation africaine" (Dr Rita Kizito, développeur pédagogique, UNISA); "Une vue d'ensemble sur le cerveau" (Dr R.S. Day, Directeur ICT, UNISA); "L'approche globale de l'enseignement et de l'apprentissage" (Dr R.S. Day, Directeur des technologies de l'information et de la communication, UNISA); "Caractéristiques d'apprentissage et comparaison des multimédias éducatifs" (M. J. Hugo, Sciences de l'utilisabilité. Ces articles sont disponibles sur le site des Archives des Publications de la Naledi3d Factory (<http://www.naledi3d.com/navpage.html>).

En ce qui concerne le programme d'évaluation, les auteurs saluent avec reconnaissance le soutien de la Commission nationale de l'UNESCO pour l'Ouganda (en particulier Mme Anastasia Nakkazi, Secrétaire générale, et M. Martin Nsubuga, qui a assumé la responsabilité du soutien logistique et opérationnel pendant l'étude et de l'UNISA - université d'Afrique du Sud (en particulier le Dr Rita Kizito qui a élaboré la méthodologie et les questionnaires de l'étude).

Notre gratitude va également au Comité de Coordination local de l'Ouganda :

Professeur Paul Mugambi  
M. Michael Galiwango  
M. Edward Jjuuko  
M. Daniel Kakinda  
M. Daniel Kalanzi  
Mme Victoria Kisaakye

Président du comité national de l'IIP UNESCO  
Consultant pédagogique  
Cybercentre de Nabweru  
Toile scolaire de l'Ouganda  
Commission nationale de l'Ouganda pour l'UNESCO  
National Curriculum Development Center ("Centre national de développement des programmes d'enseignement")  
Doyen de l'Université de Kyambogo

A ce jour, les initiatives de RV lancées en Afrique ont obtenu les résultats suivants :

- Le développement d'un modèle de RV abordant des points pédagogiques qui tournent autour de l'hygiène élémentaire dans les communautés d'Afrique rurale. L'objectif principal de ce projet était d'utiliser une simulation visuelle interactive comme moyen de démonstration des principes d'hygiène élémentaires auprès des communautés rurales et d'insister avant tout sur l'hygiène, l'eau et la prévention des maladies qui lui sont associées (comme la malaria, la bilharziose, la dysenterie et le choléra). Le modèle qui en est issu a été testé et utilisé au cybercentre de Nakaseke en Ouganda. Le deuxième objectif était d'expérimenter et de tester l'utilisation de la RV comme méthode de formation interactive informatisée dans les cybercentres africains. Nakaseke est à une soixantaine de kilomètres de Kampala.
- La formation de deux développeurs de RV originaires de l'Ouganda dans le cadre de la Naledi3d Factory à Pretoria. Depuis l'achèvement de la seconde session de formation au début de l'année 2002, on a développé d'autres modèles pilotes de RV, notamment "Les Moteurs CC" et "Le français pour les Ougandais", qui ont tous deux été utilisés dans deux écoles ougandaises, le King's College à Budu et le St Henry's College à Kitovu.
- La création d'un comité officiel de RV à Kampala, créé pour coordonner les initiatives de RV dans le pays; avec les représentants de deux universités (Makerere et Kyambogo), de la Toile scolaire de l'Ouganda, de la Commission nationale de l'Ouganda pour l'UNESCO, du ministère de l'Education, du Centre national de développement des programmes d'enseignement), ainsi que d'un certain nombre d'écoles locales.
- Un séminaire, parrainé par l'IICBA (International Institute for Capacity Building in Africa), et accueilli par la Naledi3d Factory de Pretoria, en mars 2002, avec des représentants de l'Ouganda, de l'Ethiopie et du Nigeria, a conduit à la réalisation de modèles pilotes destinés à décrire des leviers, la vélocité relative et des éléments chimiques.
- Un projet utilisant la RV pour aider à Alexandra (Johannesburg) les jeunes de tous âges à mieux comprendre les processus suivants : comment trouver un emploi, comment conserver son emploi et comment créer son propre espace d'emploi.
- Un projet pour aider les éducateurs en Ethiopie à mieux comprendre le VIH/SIDA et à transmettre des informations sur le sujet, en abordant également les problèmes sociaux, culturels et psychologiques qui y sont associés.

M. Musa Luyinda	Nakaseke MCT
M. John Ssemmondo	Lycée de Mengo
M. Lawrence Ssenkubuge	St Henry's College, Kitovu
M. John Ssenkunja	Lycée de Ndejje
M. Christopher Walugembe	Université de Kyambogo
et aux membres des établissements d'enseignement hôtes en Afrique du Sud :	
M. C.M. Masuluke	Directeur, Lycée de Soshanguve
M. J. Ramokwase (décédé)	Directeur, Lycée de Mamelodi
M. R. Sebata	Directeur, Lycée de Mamelodi

## TABLE DES MATIERES

<b>SCHEMA DIRECTEUR.....</b>	<b>v</b>
<b>1. LA RV EN AFRIQUE - UNE PERSPECTIVE POUR L'ÉDUCATION .....</b>	<b>1</b>
1.1 Une promesse de Réalité Virtuelle ? .....	1
1.2 Qu'est-ce que la RV ? .....	1
1.3 Les technologies de la RV - Les trois niveaux .....	3
1.4 Les recherches sur le cerveau et les processus neurologiques impliqués dans l'apprentissage .....	5
1.4.1 <i>Le cerveau humain</i> .....	5
1.4.2 <i>L'esprit humain</i> .....	6
1.4.3 <i>Les images mentales</i> .....	7
1.5 L'apprentissage naturel .....	8
1.6 Des méthodes d'apprentissage améliorées - La nécessité d'un changement fondamental .....	8
1.7 Le rôle du texte dans l'apprentissage .....	9
1.8 Le rôle de la technologie (et de la RV) dans l'apprentissage.....	10
1.8.1 <i>L'utilisation de la technologie pour créer un nouveau matériau d'apprentissage</i> .....	11
1.9 L'enseignement et l'apprentissage dans les pays en développement .....	12
1.10 Quelques utilisations récentes de la RV dans l'Education.....	13
1.11 Quels sont les avantages éducatifs de la RV?.....	15
1.12 Quels sont les inconvénients de la RV en Afrique ? .....	16
1.13 A quels domaines d'apprentissage la RV est-elle le mieux adaptée ? .....	17
1.13.1 <i>Les utilisations potentielles de la RV</i> .....	17
1.13.2 <i>L'andragogie par rapport à la pédagogie</i> .....	18
1.13.3 <i>La compatibilité des méthodes de formation et des moyens de formation</i> .....	20
1.14 Conclusions .....	21
1.14.1 <i>Il est temps d'adopter des méthodes d'apprentissage améliorées</i> .....	21
1.14.2 <i>La RV est bien adaptée aux besoins de la mémoire humaine</i> .....	21
1.14.3 <i>La RV peut jouer un rôle vital dans l'éducation africaine</i> .....	21
1.14.4 <i>La RV est un outil d'éducation puissant</i> .....	22
1.14.5 <i>La VR est adaptée à l'apprentissage des adultes et à l'apprentissage des enfants</i> .....	22
1.14.6 <i>L'application de la RV dans l'éducation</i> .....	22
1.15 La voie de l'avenir .....	23
<b>2. METHODOLOGIE DE L'ETUDE .....</b>	<b>26</b>
<b>3. ANALYSE DES RESULTATS DE L'ETUDE .....</b>	<b>29</b>
3.1 Les résultats - Evaluation Pré et Post RV : La confiance dans les sujets et l'expérience de la salle de classe.....	29
3.1.1 <i>La confiance dans chacun des sujets avant et après la leçon de RV</i> .....	29
3.1.2 <i>Evaluer l'expérience</i> .....	30
3.1.3 <i>Une comparaison entre les élèves ougandais et les élèves sud-africains</i> .....	30
3.2 Les résultats - Démonstration post RV : Evaluation par les enseignants du logiciel de RV .....	30
3.3 Résultats - Démonstration post RV : Expérience d'apprentissage des élèves .....	31
3.3.1 <i>Opinions sur la portée et la valeur des connaissances acquises à partir de la démonstration</i> .....	31
3.3.2 <i>Une comparaison entre les élèves ougandais et les élèves sud-africains</i> .....	32
3.4 L'évaluation des leçons de RV par les étudiants .....	33
3.4.1 <i>La qualité globale de la leçon de RV</i> .....	33
3.4.2 <i>Une comparaison entre les élèves ougandais et les élèves sud-africains</i> .....	34
3.5 L'évaluation des leçons de RV par les enseignants .....	35

<b>4.</b>	<b>RESUME DES RESULTATS DE L'ETUDE .....</b>	<b>36</b>
4.1	Evaluation de la leçon de RV par les élèves.....	36
4.2	Evaluation de la leçon de RV par les enseignants.....	36
4.3	Evaluation du logiciel de RV .....	36
4.4	L'expérience des enseignants par rapport à la RV.....	37
4.5	Conclusion.....	37
	<b>ANNEXE 1 - ANALYSES STATISTIQUES - ENSEIGNANTS SEULEMENT .....</b>	<b>39</b>

## **SCHÉMA DIRECTEUR**

### **Les technologies de la RV**

La RV ou "simulation visuelle interactive" comme on l'appelle parfois, peut être définie comme "*un environnement engendré par l'ordinateur dans lequel l'utilisateur peut à la fois voir et manipuler les contenus de cet environnement*". Il permet une interaction intuitive en temps réel, appuyée par un environnement en 3D intelligent et ressemblant.

Les technologies de la RV vont de systèmes entièrement immersifs (systèmes Cave - visiocube -, casque et lunettes de visualisation, et autres choses du même ordre), en passant par des systèmes semi-immersifs (théâtre virtuel, bureaux immersifs, etc.) jusqu'à des systèmes non immersifs qui marchent sur des PC de bureau et peuvent être soit présentés sur l'écran, soit projetés sur un mur en utilisant un projecteur numérique.

Dans un contexte éducatif, la RV permet à la personne qui apprend à la fois de voir et de manipuler des objets virtuels de la même manière que dans un environnement réel. Elle permet de renforcer les capacités multi-sensorielles, multi-perceptuelles et multi-dimensionnelles, améliorant ainsi la compréhension. La RV aide aussi la personne qui apprend à contextualiser le matériau d'apprentissage. Si on l'associe aux connaissances que nous avons aujourd'hui sur les processus neurologiques du cerveau humain, sur la manière dont le cerveau crée les images mentales et la manière dont il apprend, il est clair que la RV devient un outil de visualisation très puissant, en particulier dans le domaine de l'éducation. Ceci vaut aussi bien dans le contexte du monde développé que dans celui du monde en développement ( et encore mieux dans ce dernier où le texte et la langue sont souvent un obstacle à l'apprentissage).

### **Le cerveau, les processus neurologiques et l'esprit**

Les neurosciences sont désormais en mesure de nous montrer comment fonctionne le cerveau et comment l'esprit humain est structuré. C'est l'interaction entre la vue, le toucher et l'ouïe qui a le plus d'importance car elle permet aux humains de comprendre et d'apprendre l'univers qui les entoure, leur société et eux-mêmes.

**La vue** est chez l'homme le sens principal, autour duquel notre esprit s'est développé. Ce sens remarquable occupe pour ses activités la plus grande zone corticale. Le cortex visuel n'est pas dédié à n'importe quel type de comportement; mais il crée plutôt des représentations abstraites du monde (des images mentales plutôt que des images rétinienne) et les inscrit sur de prétendus " communaux mentaux " pour *que tous* les autres modules cognitifs de l'*esprit* puissent les utiliser.

**L'ouïe** a radicalement modifié le cerveau humain; mais le langage complexe a récemment "annexé" des parties importantes de l'hémisphère gauche, qui était antérieurement consacré à des fonctions visio-spatiales. Par rapport à l'évolution, cependant, le langage humain, qui est très jeune, continue d'être "en construction"; il est loin d'être totalement intégré dans les fonctions naturelles du cerveau, contrairement à la vue et au cortex visuel.

**La mémoire** est un processus dans lequel un stimulant transitoire crée un changement durable dans le cerveau. Un jeu complexe de sites de la mémoire et de systèmes multiples détermine le fait que nous apprenions et nous rappelions mieux. La **mémoire explicite/déclarative** comprend la *mémoire sémantique* fondée sur le mot ainsi que la *mémoire épisodique de type événementiel*. La **mémoire implicite** (également appelée mémoire moteur, apprentissage du corps ou mémoire d'habitude) peut être divisée en *chemin procédural*, qui mène à l'apprentissage "pratique", et en *chemin réflexe*, qui représente notre système de recherche réflexe, lequel est automatique, utilisé en permanence et plein d'associations immédiates.

Cependant, le rôle de la **mémoire de travail** dans la connaissance humaine pourrait difficilement être plus important, car il intègre et coordonne la mémoire, l'attention et la perception. Notre *mémoire de travail* comprend une direction centrale et deux systèmes qui lui sont asservis, le carnet à *dessin visio-spatial* (qui crée et manipule l'imagerie visio-spatiale) et la *boucle phonologique* (qui conserve l'information acoustique et se fonde sur le langage parlé). La *mémoire de travail* est davantage considérée comme un mécanisme



mental qui permet l'accomplissement de tâches cognitives complexes grâce à sa capacité de stocker temporairement des informations liées aux différents sens, *notamment ceux de la vue et de l'ouïe*. Elle crée des représentations abstraites ou une imagerie mentale du monde et les inscrit dans un carnet à dessin en pseudo-3D qui manipule des images dans l'esprit.

Enfin, les images mentales sont le moteur qui entraîne notre réflexion (réelle autant qu'abstraite) sur des objets situés dans l'espace. Tout bien considéré, les **images de l'esprit** représentent la capacité d'analyse, de compréhension et de visualisation la plus puissante du cerveau.

### **De nouvelles méthodes d'apprentissage**

Du domaine des neurosciences, il ressort que l'"apprentissage" aurait grand intérêt à passer de la mémorisation des faits à l'acquisition d'aptitudes cognitives : réfléchir, apprendre et raisonner. Les méthodes d'apprentissage courantes par "l'exemple et la parole" ne prennent pas en compte les forces et les faiblesses de la *mémoire de travail*, qui est d'une importance cruciale, et elles sous-utilisent le carnet à dessin visuo-spatial.

C'est là où la RV peut jouer un rôle important dans l'apprentissage, puisqu'elle est par nature fondée sur des images en pseudo-3D et peut exploiter les caractéristiques des composants les plus puissants du cerveau.

### **La technologie dans l'apprentissage**

Alors qu'une pédagogie améliorée (et non la technologie) devrait diriger le développement de l'éducation, la technologie commence à offrir aux matériaux courants d'apprentissage un large éventail d'options et d'améliorations grâce à l'application des multimédias numériques interactifs. Il ne faut pas oublier toutefois que la création d'environnements d'apprentissage améliorés par la technologie doit obéir à des directives sensées. Ainsi, les matériaux d'apprentissage devront-ils être structurés, compréhensibles et cohérents, l'environnement devra impliquer les personnes qui apprennent dans des recherches diverses et leur proposer différentes expériences pratiques de qualité qui les encouragent à choisir, à explorer, etc.

### **L'enseignement et l'apprentissage dans le monde en développement**

Il va de soi que les nouveaux environnements d'apprentissage fondés sur les multimédias, essentiels dans les pays développés, sont encore plus nécessaires dans les pays en développement - et notamment en Afrique. Il est également important que ces matériaux d'apprentissage ne soient pas importés, mais soient produits localement afin de couvrir la vaste gamme de besoins d'apprentissage des exclus, qui constituent la majorité de la population de l'Afrique, tout en tenant pleinement compte des problèmes d'alphabétisation, de langue et de culture locaux.

*Il n'y a qu'une seule application informatique capable de satisfaire TOUS les besoins d'apprentissage africains cités ci-dessus par la création d'environnements virtuels en 3D simulés et interactifs, c'est la **Réalité Virtuelle**.*

### **Les avantages de la RV**

La Réalité Virtuelle :

- Permet à l'utilisateur d'interagir avec le matériau d'apprentissage d'une manière plus naturelle
- Permet à la personne qui apprend de construire un "modèle mental" complet et naturel du sujet
- Permet à l'utilisateur de naviguer facilement à travers l'espace d'information
- Permet à la personne qui apprend d'explorer
- Est un outil de visualisation puissant
- Aide à surmonter les obstacles de l'alphabétisation
- Facilite le mode d'apprentissage du "Regarder - voir - faire"
- Minimise le risque
- Est un outil de motivation puissant pour les personnes qui apprennent

- Peut apporter des économies de coût, par exemple dans le cas des laboratoires scolaires
- Peut créer des environnements d'apprentissage "impossibles"

### **Les défis de la RV en Afrique**

Malgré les avantages potentiels que l'on peut tirer de l'application de la RV dans l'apprentissage africain, il se présente un certain nombre de défis auxquels il faut encore répondre. Dans l'ensemble ils concernent des problèmes liés à l'équité et à l'accès aux équipements informatiques, mais aussi au coût du contenu croissant de l'environnement d'apprentissage africain. Toutefois, la puissance toujours grandissante de la carte graphique PC a fait de la RV une option encore plus viable pour l'éducation au cours des deux ou trois dernières années, une tendance qui va aller en s'accroissant. Parallèlement, au fur et à mesure que la capacité augmente à travers le continent, le coût du développement va se réduire. On en aura une confirmation supplémentaire si le contenu développé de la RV est partagé entre les régions et les pays.

### **La voie d'avenir**

- Le contenu visuel est essentiel pour l'apprentissage et le contenu interactif en 3D (la RV) offre un moyen puissant de fournir à la fois un contexte et un contenu susceptibles d'avoir un impact important en améliorant l'éducation en Afrique et en éliminant certaines insuffisances éducatives du continent.
- Il est important que les pays africains soient en mesure de créer leur propre et unique contenu de RV qui répondra à la vaste gamme des besoins d'apprentissage locaux, et abordera aussi différents problèmes locaux d'alphabétisation, de langue et de culture.

L'Ouganda en est aujourd'hui arrivé au stade où il commence à créer un contenu local à l'usage des écoles. Ce processus implique à l'heure actuelle un certain nombre d'écoles, de services gouvernementaux et d'établissements d'enseignement. Un séminaire de l'IICBA sur la RV qui s'est tenu à Pretoria en mars 2002, a défini une voie d'avenir stratégique qui placerait l'initiative ougandaise à un niveau panafricain. Cette initiative stratégique reprendrait les enseignements acquis dans le projet pilote ougandais et mettrait en place la capacité de développement de contenu local dans un certain nombre d'autres pays africains.

Cette stratégie s'articule autour des éléments vitaux qui suivent :

- **L'établissement d'un certain nombre de centres de développement de contenu de RV à travers l'Afrique** - chacun étant dirigé par un groupe local de personnes concernées pour en faciliter l'usage à travers l'école locale, le centre polyvalent et la bibliothèque de la communauté, tout en étant lié à d'autres centres par un groupe de coordination.
- **Le petit groupe de coordination globale de la RV** au niveau panafricain garantirait non seulement le partage des expériences, mais aussi le partage du contenu développé à travers les régions et les pays.
- Ainsi, un processus et une infrastructure sont nécessaires pour **garantir la mise à disposition de tout contenu développé, sur une base de logiciels à coût partagé et de "code source non protégé", auprès des autres centres d'Afrique** et, à leur tour, auprès de leurs communautés locales.
- Les compétences seraient développées au moyen d'un **mécanisme de formation central destiné à "former les formateurs"** qui peuvent assurer une formation au premier niveau d'autres groupes locaux dans leur pays d'origine.
- **Des séminaires annuels destinés aux développeurs de contenu et aux autres personnes concernées** seraient nécessaires pour coordonner, partager et actualiser les expériences, et améliorer les compétences.

- Des activités initiales à court et moyen terme **seraient axées à la fois sur la création d'un contenu d'apprentissage pour les enfants et pour les adultes**, dans des domaines comme les sciences (physique, chimie, biologie, etc.), les mathématiques, l'ingénierie, les statistiques, l'économie, la santé, l'exploration culturelle et artistique, etc.
- A un stade donné de ce projet, **il faudra aborder les problèmes de viabilité.**

## 1. LA RV EN AFRIQUE - UNE PERSPECTIVE POUR L'ÉDUCATION

La Réalité Virtuelle appartient à ces technologies qui semblent toujours promettre un peu plus que ce qu'elles peuvent apporter. La grande prêtresse américaine du marketing, *Faith Popcorn*, dans son livre '*Clicking*' (1996) par exemple, décrit la capacité éducative (entre autres) de la RV qui permet à l'utilisateur de prendre un cours de peinture avec Michel-Ange ou d'apprendre la structure dramatique avec Shakespeare. Il est évident que nous avons pas encore atteint ce niveau de perfectionnement technique. Les commentateurs emploient très souvent le terme de RV pour illustrer un avenir brillant et prometteur de haute technologie alors que ses utilisations plus ordinaires sont très souvent méconnues.

Cependant, outre les applications plus 'traditionnelles' (pays industrialisés) de la RV, il est essentiel d'examiner si la technologie a un rôle particulier à jouer en Afrique et dans les autres régions en développement du monde. Les activités de RV parrainées par l'UNESCO en Afrique décrites dans la préface de cette étude ont été entreprises en partant du *principe* que la RV propose une nouvelle manière de communiquer visuellement des idées, des compétences et des connaissances. Nous pensons que la RV offre un excellent moyen de surmonter les obstacles de l'alphabétisation si souvent rencontrés dans l'éducation et la formation. Ce rapport esquisse la logique qui sous-tend ces activités et cette réflexion.

### 1.1 Une promesse de Réalité Virtuelle ?

Les prototypes de RV offrent de nombreux avantages. On peut visualiser un processus industriel complet, un principe scientifique ou technique, tester des idées avant d'investir dans une construction physique, ainsi que recréer des mondes historiques et culturels disparus depuis longtemps. La RV nous permet de voir, et de modifier, des propositions de développements avant qu'ils ne soient réalisés et de visualiser des processus en toute sécurité - ce qui est impossible dans le monde réel. Et, ce qui est plus important, la RV peut clairement illustrer comment les choses fonctionnent, et également permettre à l'utilisateur de manipuler le contenu en profitant de l'interactivité de la RV. Ainsi, l'utilisateur peut "regarder" et "voir" ainsi que "faire" dans un environnement sûr, non menaçant.

Jusqu'à une date récente, la RV était confinée à des simulations spécialisées et coûteuses liées à la défense ou à l'industrie. Elle utilisait des ordinateurs graphiques haut de gamme et était associée à des périphériques coûteux comme les gants de données, les lunettes stéréo et le casque de visualisation. Mais avec les progrès des technologies des PC (ordinateurs individuels), la RV, sous la forme d'une simulation visuelle interactive en 3D, est désormais plus facilement disponible sur des PC standard, ce qui la rend accessible à un grand nombre d'utilisateurs.

Le 21e siècle voit une prise de conscience croissante de l'impact potentiel des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) dans le développement de la croissance économique en Afrique. Les PC modernes sont désormais capables de traiter des graphiques en 3D assez élaborés, et cette capacité de fournir une plate-forme pour des implications visuellement interactives peut jouer un très grand rôle dans l'expansion de la RV en Afrique. C'est notamment le cas dans trois domaines :

- L'éducation et la formation
- La préservation et la promotion de la culture africaine
- La facilitation visuelle du transfert de connaissances spécifiques d'un contexte, surmontant ainsi les obstacles mis à la communication par les moyens verbaux et écrits traditionnels.

Pour la première fois, nous avons accès à un outil de communication qui est à la fois riche sur le plan contextuel ET conceptuel, tout en étant visuel sur le plan de l'expérience.

### 1.2 Qu'est-ce que la RV ?

La RV ou "simulation visuelle interactive" comme on l'appelle parfois, peut être définie comme "*un environnement engendré par l'ordinateur dans lequel l'utilisateur peut à la fois voir et manipuler les*

*contenus de cet environnement*". Il permet une interaction intuitive en temps réel, appuyée par un environnement en 3D intelligent et ressemblant.

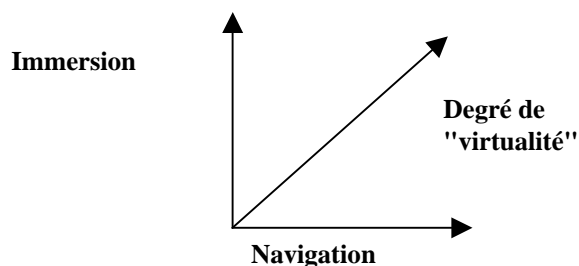
Plus traditionnellement, la RV est définie comme une technologie qui permet aux personnes qui apprennent de s'immerger dans un monde virtuel engendré par l'ordinateur, redéfinissant donc l'interface humain-ordinateur (Bricken, 1990; Capanema<sup>1</sup> et al., 2001). L'évolution de la RV en est arrivée au stade où l'expérience sensorielle créée par l'ordinateur permet à un participant de croire à une expérience "virtuelle", comme si c'était une expérience réelle. Dans cette définition, on suppose des technologies immersives de RV comme les casques de visualisation.

Dans un contexte éducatif, on peut définir la RV comme un mode d'interaction entre l'utilisateur (la personne qui apprend) et un environnement engendré par l'ordinateur, dans lequel la personne qui apprend peut :

1. A la fois voir et manipuler des objets virtuels comme elle le ferait dans un environnement réel (l'interactivité).
2. Optimiser l'utilisation de capacités multi-sensorielles, multi-perceptuelles et multidimensionnelles (visuelles, auditives, etc.) afin d'accroître la compréhension dans l'apprentissage (Fallman, 2000<sup>2</sup>; Osberg<sup>3</sup>, 1992).

Ces deux aspects, à savoir la capacité d'interagir avec des objets virtuels d'une façon naturelle, et l'utilisation accrue du fonctionnement multi-sensoriel, multi-perceptuel, par la personne qui apprend, font de la RV un outil d'apprentissage puissant. Selon Fallman, la RV peut être utilisée pour "faciliter un style d'interaction d'apprentissage qui stimule, motive et améliore la compréhension des événements d'apprentissage par la personne qui apprend", notamment dans les domaines où l'utilisation des méthodes traditionnelles d'enseignement est inadaptée ou inadéquate.

Crandall et Wallace<sup>4</sup>, qui voient la RV en deux dimensions, décrivent une des manières d'exprimer le degré d'"état virtuel" d'un modèle de réalité virtuelle. La première dimension inclut l'exactitude avec laquelle le système global crée l'environnement virtuel : c'est la dimension d'"*Immersion*". La seconde inclut la facilité avec laquelle un utilisateur interagit et se déplace à l'intérieur du système virtuel : c'est la dimension de *Navigation*. Le degré de virtualité d'un système est une fonction de la combinaison de la dimension d'*Immersion* et de la dimension de *Navigation*.



**Figure 1 : Immersion contre navigation et efficacité de la RV**  
(Adapté de Crandall et Wallace)

On peut dire que ce modèle décrit encore une approche traditionnelle de la RV, qui reflète un paradigme de pédagogie traditionnelle et qui ne reflète pas le pouvoir de la RV comme outil d'apprentissage visuellement interactif. Un grand nombre des attentes par rapport à la RV exposées plus haut reposent sur l'idée que l'immersion est fondamentale dans l'utilisation de la RV. Notamment au niveau du PC, les technologies immersives ne sont pas une condition préalable pour l'exploitation de la puissance de la RV. La visualisation

<sup>1</sup> Capanema, I.F., Santos Garcia, F.L. & Tissiani G. (2001). Implications of Virtual Reality in Education.

<sup>2</sup> Fällman, D. (2001). Virtual Reality in Education : Online Survey.  
<http://www.informatik.umu.se/~dfallman/projects/vrie/into.html>

<sup>3</sup> Osberg, K.M. (1992). Virtual Reality and Education : A Look at Both Sides Of the Sword.  
<http://www.hitl.washington.edu/publications/r-93-7/>

<sup>4</sup> Crandall, N. Fredric and Wallace, Marc J. Jr. (1998). Works and Rewards in the Virtual Workplace. American Management Association Center for Workforce Effectiveness.

peut susciter des expériences d'apprentissage fortes, qui peuvent aussi augmenter considérablement le degré d'intelligence et de compréhension de nombreux sujets.

### 1.3 Les technologies de la RV - Les trois niveaux

La technologie de la RV utilise des outils et des plates-formes informatisés pour représenter ou recréer la réalité. Ce qui implique la création de mondes virtuels, d'environnements ou d'espaces d'apprentissage dans lesquels la personne qui apprend est immergée, ainsi que la création d'objets virtuels qu'elle manipule. Les distinctions de Cronin (1997) sont utiles pour définir les variations dans les niveaux d'immersion de l'utilisateur par rapport à la RV, à savoir :

Niveau de RV	Description	
Totalement immersif	Unités de Casques de visualisation (isolées du monde réel)	On peut dire que la RV totalement immersive est la plus bénéfique, mais le développement du contenu est aussi le plus coûteux et prend beaucoup plus de temps.
Semi-immersif	Ateliers; visualisation accessible et théâtre virtuel	
Non immersif, mais toujours interactif	Ordinateurs de RV de bureau, la plate-forme la moins coûteuse	

Le niveau de participation de la personne qui apprend dans des environnements virtuels et le degré d'amélioration qu'apportent ces expériences à l'apprentissage, tels sont les aspects essentiels qui détermineront si la RV présente des avantages réels pour l'éducation. Osberg (1992) prévoyait que la "fusion des ordinateurs et des télécommunications entraînerait le développement d'environnements virtuels très ressemblants qui seraient combinés et interactifs". Cela devient une réalité au début du 21<sup>e</sup> siècle. Par exemple, l'Institut Interactif Umea (Suède) célèbrera la fondation de Saint-Pétersbourg en ouvrant une fenêtre virtuelle consacrée au patrimoine culturel de Saint-Pétersbourg, qui montrera différents scénarios de RV immersifs distribués sur l'Internet. N'importe qui, dans le monde entier, ayant accès à un CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) ("Environnement virtuel automatique CAVE" - marque américaine de visiocubes) connecté sur l'Internet avec une installation de RV télé-immersive (casque de visualisation ou un équipement de RV similaire) et un équipement de repérage et de guidage, pourra entrer et interagir dans le monde (ou les mondes) virtuel(s) qui sera (ou seront) cré(és) ([www.tii.se](http://www.tii.se)).



Figure 2 : Théâtre immersif SGI (Concaves)

D'autres développements récents ont eu lieu dans ce domaine. Maseda et al. (2001<sup>5</sup>) rendent compte d'une initiative réussie qui a utilisé des environnements virtuels en 3D en même temps que d'autres "agents

<sup>5</sup> Maseda, J.M., Izkara, J.L., Mediavilla, A. & Romero, A. (2001). An Application for Training and Improving Coordination between Team Members, using Information Technologies. Actes de la Society & Information Technology and Teacher Education International Conference, 5-10 mars, Orlando, Floride, Etats-Unis d'Amérique.

intelligents" pour former une équipe de personnes travaillant dans des situations d'urgence dans le cadre du projet ETOILE (Environment for Team Organizational and Individual Learning in Emergencies). Le rapport Ligorio (2001<sup>6</sup>) mentionne une autre initiative exploratrice de RV d'activités dans un monde virtuel, 'Euroland'. Ces résultats montrent que la RV peut avoir un impact positif sur l'apprentissage.

Le diagramme suivant montre une représentation visuelle similaire des niveaux, ou des types, de technologies de la RV. Potentiellement, les utilisations les plus fécondes de la RV se situent au niveau du bureau et de l'Internet. Les systèmes de réalité immersifs et les systèmes de réalité concaves (par exemple, le théâtre virtuel) se situent à un niveau plus élevé, et peuvent être plus efficaces dans le cadre d'une expérience immersive personnelle, mais sont aussi dans bien des cas d'un coût prohibitif, en particulier dans le contexte des pays en développement.

Figure 3 : La pyramide de la RV

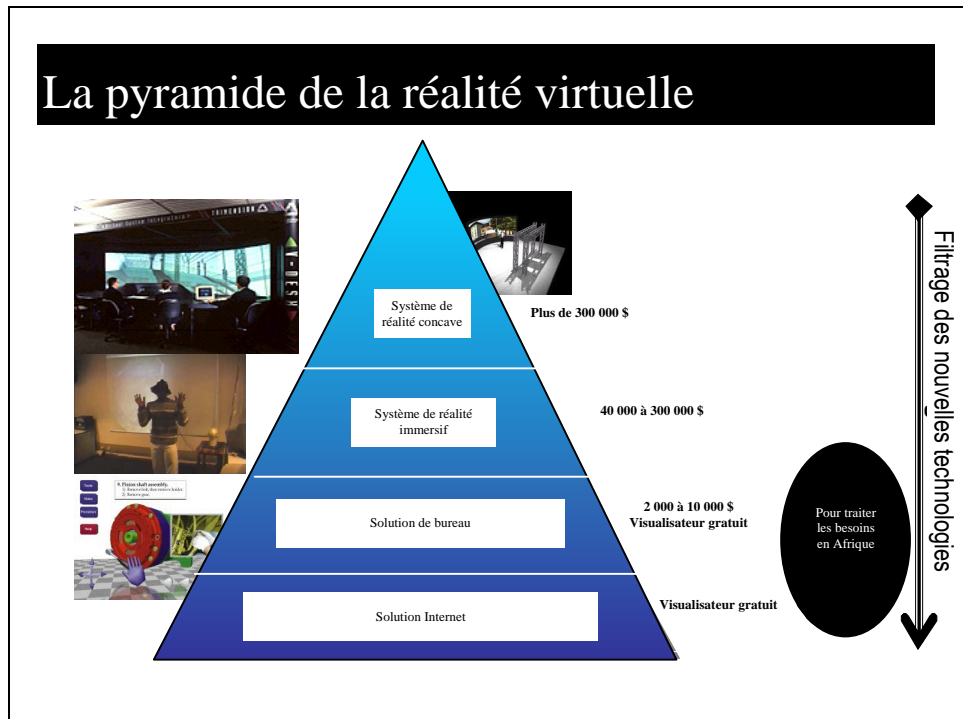


Figure 4 : Casque de visualisation (5TD)

Nombre d'exemples cités dans les paragraphes précédents peuvent être classés au sommet de la pyramide de la RV représentée dans la figure 3. Mais ces technologies sont, dans la plupart des cas, inabordables dans le contexte africain. C'est à la base de la pyramide, c'est-à-dire les solutions "bureau" et aussi dans certains cas les solutions basées sur l'Internet (où la largeur de bande et la connectivité sont acceptables, que se trouve le potentiel à court terme de la RV dans l'éducation africaine. Les technologies CD-ROM ont également un rôle important à jouer en tant que mécanisme de livraison dans les zones où la largeur de bande est un problème, encore à un coût très bas.

<sup>6</sup> Ligorio, M.B. (2001). "Integrating Communication Formats : Synchronous versus Asynchronous and Text-based versus Visual Computers in Education." Vol. 37, No. 2, sept. pp. 103-25.

Avant d'examiner plus en détail la RV dans un contexte éducatif, il est important de mieux comprendre comment le cerveau humain fonctionne et apprend. Ceci a un effet direct sur la compréhension de la puissance de la RV en tant qu'outil éducatif. La recherche moderne conduit à une meilleure compréhension de la relation entre les processus cognitifs du cerveau et l'apprentissage, et au rôle ultérieur de la RV en tant qu'outil d'apprentissage.

#### 1.4 Les recherches sur le cerveau et les processus neurologiques impliqués dans l'apprentissage

De nombreuses personnes croient que dans un monde idéal, chaque esprit humain devrait avoir accès à un apprentissage optimal tout au long de sa vie, si bien que certains en viennent à penser qu'il s'agit d'un droit humain fondamental.

La compréhension de la manière dont le cerveau humain apprend, ainsi que les résultats de la recherche moderne dans ce domaine, sont essentiels pour comprendre comment la RV peut être utilisée avec une telle efficacité dans l'éducation - *en particulier* dans les environnements des pays en développement.

##### 1.4.1 Le cerveau humain

*Le cerveau humain est de loin le mécanisme le plus complexe de la planète, et pourtant on considère souvent que cela va de soi. Le cerveau humain est composé de nombreuses parties. Chacune a une fonction particulière : transformer les sons en langage ; traiter la couleur ; enregistrer la peur ; reconnaître un visage ou distinguer un poisson d'un fruit. Mais il ne s'agit pas d'un assemblage statique de composants - chaque cerveau est unique, en perpétuelle évolution et infiniment sensible à son environnement ... Il est probablement si complexe qu'il ne parviendra jamais à se comprendre, ce qu'il ne cesse pourtant jamais d'essayer de faire.*" (Carter<sup>7</sup>)



**Figure 5 : Le cerveau - qui est constitué de nombreux modules et organes**

Les humains ont quelque 100 milliards de neurones (10 fois plus que les grands singes), et ces cellules, qui ont une activité neuronale (perception, réflexion, apprentissage, etc.), sont reliées par un réseau stupéfiant de 1,5 million de kilomètres de fibres nerveuses. Au cours des deux derniers millions d'années (une période très courte sur le plan de l'évolution), le rapport du volume du cerveau de l'hominidé a presque quadruplé, la majeure partie de cette croissance sans précédent se situant dans le cortex cérébral.

Si l'*Homo sapiens* existe depuis environ 150 000 ans, c'est seulement au cours des 50 000 dernières années qu'une évolution spectaculaire dans les objets fabriqués après les outils de pierre s'est produite. Pourquoi a-t-il fallu à l'homme 100 000 ans pour développer ces capacités ? Qu'est-ce que cela nous apprend sur l'esprit, l'intelligence et l'apprentissage ?

---

<sup>7</sup> Carter, R. (1988). Mapping the Mind. Phoenix, p. 8.



## 1.4.2 L'esprit humain

*L'esprit humain* n'est pas le cerveau mais ce que fait le cerveau. Le cerveau n'est pas un organe unique, mais un système de modules et d'organes, dont chacun a une architecture spécialisée qui en fait un "spécialiste" dans un domaine d'interaction avec le monde. Ces interactions entrent par les fenêtres des cinq sens du corps. C'est l'interaction entre la vue, le toucher et l'ouïe qui prédomine pour permettre aux humains de comprendre et d'apprendre l'univers qui les entoure, leur société et eux-mêmes.

La vue est le principal sens de l'homme autour duquel son esprit s'est développé. *Ce sens remarquable a la zone corticale la plus importante (presque 50 %) consacrée à ses activités.* Le cortex visuel est divisé en de nombreuses zones, dont chacune traite un aspect de la vue comme la couleur, la forme, la dimension, la stéréo, la profondeur, etc. Les images observées sont réfléchies par des structures correspondantes de l'activité neuronale sur la surface du cortex visuel, qui sont ensuite converties en modèles mentaux abstraits de niveau supérieur.

Le système visuel dans son ensemble n'est pas voué à un type quelconque de comportement, mais crée plutôt des représentations abstraites du monde (des images mentales plutôt que des images rétinienne), et les inscrit sur des 'communaux mentaux'<sup>8</sup> pour un usage courant par tous les modules mentaux de l'esprit. *Une image mentale n'est qu'une esquisse en pseudo-3D qui se charge à partir de la mémoire à long terme plutôt qu'à partir des yeux.*

**L'ouïe** a radicalement modifié le cerveau humain parce qu'un langage complexe a récemment annexé de grandes parties de l'hémisphère gauche (auparavant affecté à des fonctions visuo-spatiales), créant ainsi une asymétrie qu'on ne trouve chez aucun autre animal. Il en découle, en matière d'évolution, que le langage humain, qui est très jeune, est toujours "en construction", et est loin d'être totalement intégré dans le cerveau. Si l'analyse d'un flot de paroles est d'une grande complexité, les jeunes enfants n'ont pas besoin d'apprendre les bases du langage entendu et parlé. Par contre, l'acquisition de la lecture et de l'écriture est difficile à tout âge. Le texte imprimé n'a que quelques centaines d'années, et, par conséquent, à l'échelle temporelle de l'évolution, la lecture n'a pas même pas commencé à devenir une capacité innée. Aussi, le caractère non naturel de la lecture et de l'écriture a-t-il des conséquences importantes sur l'acquisition des connaissances (même pour des personnes sachant lire et écrire, sur le plan cognitif, le texte est le moins efficace de tous les moyens de communication).

**La mémoire** n'est pas une chose figée ou une aptitude singulière, mais plutôt un processus dans lequel un stimulus passager crée une modification persistante dans le cerveau. Un ensemble complexe de sites et de systèmes de mémoire multiples est responsable du fait que nous apprenons et nous rappelons mieux. La diversité des manières dont l'information est stockée et recherchée fournit un meilleur moyen de compréhension de la mémoire.

- **La mémoire explicite/déclarative** : intervient sous plusieurs formes dont la *mémoire sémantique* fondée sur le mot (nous n'avons guère besoin de *mémoire sémantique* jusqu'à une époque récente, lorsque les livres et l'alphabetisation se sont répandus) et la *mémoire épisodique* de type événementiel (également connue comme le processus de mémorisation événementielle ou contextuelle des lieux et de l'espace - une carte thématique des expériences quotidiennes - et utilisée naturellement par tout un chacun).
- **La mémoire implicite** : notre esprit est plein d'informations, mais notre capacité de nous les rappeler dépend du chemin que nous utilisons pour y accéder, et tout d'abord si nous nous rendons compte que nous connaissons cette information. Il existe deux chemins différents : le procédural et le réflexe.

---

<sup>8</sup> "Communaux mentaux". Ce terme (tiré de la notion médiévale des terrains communaux partagés par la population dans un village ou une ville) est employé pour décrire une partie du cerveau qui sert à partager les images mentales et est utilisée par tous les autres composants du cerveau. Chose importante, ces images mentales sont stockées sous une forme pseudo-visuelle en 3D.

- **Le chemin procédural** (souvent appelé mémoire moteur, apprentissage du corps, ou mémoire d'habitude) fournit un "apprentissage pratique" qui crée une source d'apport sensoriel au cerveau plus vaste, plus complexe et globalement plus importante que la simple activité cognitive. Cet apprentissage semble être plus facile à maîtriser, est assez bien mémorisé, et crée des souvenirs positifs durables.
- **Le chemin réflexe** : notre système de recherche réflexe est automatique, en usage quasi permanent, et riche d'associations immédiates. Les expériences chargées d'émotion reçoivent un traitement privilégié et sont plus facilement retenues que les expériences neurales. Les souvenirs auditifs sont des déclencheurs émotionnels puissants, à l'instar d'une chanson favorite. Les chercheurs supposent que cette stimulation emprunte des voies différentes de celles, plus banales, qui sont chargées de contenu.
- *La mémoire de travail* comprend une direction centrale et deux systèmes qui lui sont asservis :
  - **Le carnet à dessin visio-spatial** (responsable de la configuration et de la manipulation de l'imagerie visio-spatiale)
  - **La boucle phonologique** (elle conserve l'information acoustique fondée sur le langage, et se divise en deux composants : une *mémoire phonologique*, qui conserve une trace éphémère (1 à 2 secondes) fondée sur le langage et, un *mécanisme de contrôle articulatoire*, qui joue un rôle médiateur.

La mémoire de travail est surtout considérée comme un mécanisme qui permet l'accomplissement de tâches cognitives complexes grâce à sa capacité de stocker temporairement les informations liées aux différents sens, notamment ceux de la *vue* et de l'*ouïe*. Elle nous permet :

- d'utiliser nos systèmes de mémoire avec souplesse
- de garder les informations en les répétant dans notre esprit
- de relier ces informations à des connaissances plus anciennes
- d'élaborer nos actions futures.

*Le rôle de la mémoire de travail dans la cognition et l'apprentissage humains pourrait difficilement être plus important puisqu'il intègre et coordonne la mémoire, l'attention et la perception.*

### 1.4.3 Les images mentales

*L'imagerie mentale est le moteur qui entraîne notre réflexion (à la fois réelle et abstraite) sur les objets situés dans l'espace. Visualiser une forme, c'est comme soumettre une image à l'examen de l'œil de l'esprit, une expérience très différente de celle où l'on vocalise silencieusement une discussion de questions abstraites. Les personnes créatives sont connues pour "voir dans l'œil de leur esprit" des solutions à des problèmes à la fois réels et abstraits (un fait qui a des liens évidents avec la RV et la visualisation) :*

- Faraday et Maxwell ont visualisé des champs électromagnétiques dans des tubes minuscules remplis de liquide.
- Kekulé a découvert la structure du noyau benzénique, après un rêve dans lequel il avait vu des serpents se mordre la queue.
- Einstein a vu mentalement à quoi ressemblerait le fait de chevaucher un rayon de lumière ou de jeter une pièce dans un ascenseur qui descend à vive allure. Il a expliqué que "ses aptitudes particulières ne résidaient pas dans le calcul mathématique, mais plutôt dans une visualisation des effets, des possibilités et des conséquences".
- Les peintres et les sculpteurs expérimentent des idées dans leur esprit, et même les romanciers visualisent des scènes et des intrigues dans l'œil de leur esprit avant de les écrire sur le papier.

*Qu'est-ce qu'une image mentale ?* Le système visuel utilise une esquisse en pseudo-3D qui n'est rien d'autre qu'une image dans la tête. Cette carte corticale organisée topographiquement est une portion du cortex dans lequel chaque neurone correspond aux contours de l'une des parties du champ visuel, et dans lequel les neurones voisins correspondent aux contours des parties voisines. Les formes sont représentées par le remplissage de certains des éléments d'une configuration qui correspond aux contours projetés de la forme. Des mécanismes innés d'analyse de la forme traitent les informations de l'esquisse en imposant des cadres de référence, etc.

Une image mentale est donc simplement une esquisse en pseudo-3D qui se charge à partir de la mémoire à long terme plutôt qu'à partir des yeux.

La puissance des images mentales dans le processus de la pensée humaine peut être reflétée par nos rêves. Nous rêvons naturellement et nos rêves prennent la forme d'images animées (une esquisse en pseudo-3D) - nous ne rêvons pas en utilisant un texte.

## 1.5 L'apprentissage naturel

*L'apprentissage naturel* est ce que le cerveau humain fait le mieux. Il y a des séquençages de développement prédéterminés dans la prime enfance, comportant des occasions d'établir les fondements nécessaires pour un apprentissage ultérieur. Tous les bébés naissent avec un potentiel inné qui leur permet d'apprendre et de parler n'importe quelle langue et de nombreuses langues. La sélection naturelle a également façonné des individus pour qu'ils soient des physiciens, des biologistes, des ingénieurs, des psychologues et des mathématiciens intuitifs et qu'ils puissent maîtriser leur environnement local. Si ces différents types de dispositions sont innés, cela NE signifie PAS que le savoir est inné. La clé pour devenir plus intelligent est de développer les dendrites et les connexions synaptiques entre les neurones. L'architecture du cerveau a la capacité inhérente chez chaque individu d'accroître de façon importante son intelligence. L'esprit apprend de façon optimale quand il est mis à l'épreuve avec à-propos dans un environnement qui encourage la prise de risques. Les humains ont survécu en expérimentant des choses nouvelles, généralement en petits groupes, NON PAS en trouvant toujours la "bonne" réponse éprouvée, ce qui n'est pas propice au développement de l'intelligence et de l'adaptation de l'esprit.

## 1.6 Des méthodes d'apprentissage améliorées - La nécessité d'un changement fondamental

La nécessité d'un changement fondamental est renforcée par l'émergence récente des sciences neurologiques (Partie 1.4) qui apportent des éclairages remettant en cause les convictions et les modèles éducatifs traditionnels, en particulier tels qu'ils sont figés dans le "modèle d'usine" actuel de l'école. Il en résulte que l'apprentissage moderne devrait *évoluer de la mémorisation des faits à l'acquisition d'aptitudes cognitives : la réflexion, l'apprentissage et le raisonnement. L'esprit se souvient mieux avec un contexte, une compréhension globale et une image complète à se rappeler.*

La diversité des manières dont sont stockées et récupérées les informations indique que notre préoccupation première devrait passer d'un simple concept de "mémoire" à "quelle sorte de mémoire et comment peut-elle être récupérée"<sup>9</sup>.

Les méthodes d'enseignement actuelles fondées sur "l'exemple et la parole" ne prennent pas en compte les forces et les faiblesses de la *mémoire de travail* qui est d'une importance cruciale. Le carnet à dessin visio-spatial et la boucle phonologique peuvent chacun contenir des nombres limités de "gros morceaux" d'informations (7±2). Les méthodes d'enseignement par "l'exemple et la parole" surchargent inévitablement la boucle phonologique, tout en *sous-utilisant le carnet à dessin visio-spatial*. Ceci est particulièrement important quand on se rend compte que ce dernier est de loin l'associé principal. Le langage n'a été acquis que récemment au cours des derniers dix mille ans, tandis que la vue a été et demeure le sens principal de l'homme (et des primates) depuis 60 millions d'années.

---

<sup>9</sup> Jensen, E. (1998). "Teaching with the Brain in Mind". Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD) Publications, pp 99-109.

Pour résumer, les méthodes d'enseignement par "l'exemple et la parole" surchargent inévitablement la boucle phonologique (nouvelle et faible), tout en sous-utilisant le carnet à dessin visio-spatial (ancien et puissant).

*Comme le travail de l'esprit est intrinsèquement fondé sur des images en pseudo-3D, le rôle de la RV dans le véritable processus d'apprentissage devient désormais plus clair.*

### 1.7 Le rôle du texte dans l'apprentissage

Employer le pouvoir stupéfiant de la vue pour découvrir le texte, c'est à peu près comme utiliser un camion-remorque pour aller chercher des bonbons au magasin du coin - un bonbon à la fois. L'alphabet ressemble à un entonnoir, qui comprime toutes les données du sens dans l'étroit passage de l'impression. Un outil magnifique est, de bien des manières, devenu un maître tyrannique - notamment pour les nombreuses personnes qui trouvent la lecture difficile. En 1997, il y avait aux Etats-Unis plus de 40 millions d'adultes *textophobes* (des personnes qui sont illettrées). Celui (ou celle) qui ne maîtrise pas à 100% la lecture et l'écriture est souvent considéré comme impropre à toute une série de compétences. Or apprendre à lire (et à écrire) n'est pas plus naturel, mais tout aussi complexe, qu'apprendre à jouer du piano. Cependant, personne n'utilise l'incapacité de jouer du piano pour mesurer le manque d'intelligence de quelqu'un ou comme critère de discrimination. Tant que nous laisserons le texte avoir un rôle dominant dans notre système global d'éducation, le système ne pourra pas être équitable.

Cela n'implique pas qu'il faille remplacer le texte! En revanche, cela implique un nouvel examen du rôle du texte à la lumière de nos connaissances sur la manière dont le cerveau fonctionne. Cela implique aussi de remplacer sa supériorité actuelle par un rôle plus équilibré dans lequel ses forces seront renforcées et ses faiblesses écartées. La force du texte réside dans la capacité de l'auteur à enrichir et à développer des idées qui se trouvent déjà dans l'esprit du lecteur. Les nouvelles connaissances acquises grâce à la lecture sont en fait un réarrangement de connaissances antérieures dans des rapports nouveaux. Avec quelque chose sur quoi travailler, un écrivain peut aider le lecteur à comprendre des idées abstraites dont il n'a jamais fait l'expérience personnellement. Mais si le lecteur n'a en stock qu'une faible quantité de connaissances liées au contenu de ce qu'il lit, il tirera un faible profit de sa lecture.

Les bons écrivains de fiction peuvent réarranger ce que la plupart d'entre nous connaissons avec un tel art et une telle sensibilité qu'ils nous procurent un grand plaisir, ainsi que des éclairages nouveaux. (Figure 6a). Ils ont la capacité rare d'exciter notre imagination et de stimuler l'œil de notre esprit pour créer de nouveaux mondes excitants. Ils ont conscience de la nature abstraite et imprécise du texte et du fait que chacun des "nouveaux mondes" que le texte incite le lecteur à imaginer peut être étonnamment différent d'un lecteur à l'autre. Leur génie réside dans le fait qu'ils n'utilisent pas le texte comme un mécanisme de contrôle (comme nous DEVONS le faire dans l'éducation), mais comme un stimulant pour libérer l'imagination du lecteur. Ils CONTRÔLENT le fil de l'histoire, mais le monde imaginaire créé est celui du lecteur.

Toutefois, le texte ne fonctionne pas de manière identique dans l'éducation, même si l'on pouvait mettre un auteur pédagogique au niveau d'un Wilbur Smith, par exemple. Dans presque tous les domaines, la tâche de l'éducation n'est pas d'évoquer des mondes imaginaires, mais d'essayer de décrire et d'expliquer avec précision à des personnes qui apprennent, des mondes REELS (contextes,

"Venant du désert, le crépuscule s'installait silencieusement, et ombrait les dunes de violet. Tel un épais manteau de velours, il amortissait tous les sons, de sorte que le soir était tranquille et calme. De l'endroit où ils se tenaient, sur la crête de la dune, ils regardaient l'oasis et le groupe de petits villages qui l'entouraient. Les constructions étaient blanches avec des toits plats et les palmiers dattiers les dominaient toutes, à l'exception de la mosquée islamique et de l'église chrétienne copte. Les bastions de la foi se faisaient face de chaque côté du lac. Les eaux du lac s'assombrissaient. Un vol de canards obliqua d'un vol rapide pour se poser dans un petit jaillissement d'écume tout contre la rive de roseaux. L'homme et la femme formaient un couple disparate. Il était grand, quoique légèrement voûté, et les derniers rayons du soleil brillaient dans ses cheveux argentés. Elle était jeune, âgée d'une petite trentaine d'années, svelte, alerte et pleine de vie. Elle avait des cheveux..."  
Wilbur Smith, *The Seventh Scroll*. Pan (1996)

**L'Oscillation de Chandler**  
"Afin de décrire ce phénomène, nous allons déterminer plusieurs axes. Ceux-ci ont des significations physiques différentes, mais tous passent à travers la terre selon une direction approximativement Nord-Sud. Comme ces axes se déplacent les uns par rapport aux autres, il est plus simple de considérer les pôles correspondants, qui sont les points d'intersection des axes avec la surface de la Terre. Dans ce qui suit, nous allons seulement considérer le pôle nord de chaque axe. Le premier axe dont nous avons besoin est l'axe géographique. C'est..."  
Understanding the Earth. Artemis Press, Open University Set Book (1974).

**Figure 6 (a&b) : L'imagerie mentale en action**

concepts) que nombre d'entre eux n'ont pas vus, et ne verront peut-être jamais (Figure 6b). Mais plus l'auteur essaie de rendre le texte précis sur le plan pédagogique, plus celui-ci doit être détaillé, plus il devient long, plus il devient sec, moins il devient intéressant, moins il devient mémorisable, et plus difficile il devient à écrire! Ce n'est pas à cela que le texte est bon - il est ingrat envers le lecteur, l'auteur et le texte lui-même.

La figure 7 représente un schéma du développement historique chez l'homme d'une série de codes destinés à stocker les informations (l'écriture cunéiforme, les nombres, l'alphabet romain, etc. On a utilisé très tôt un langage codifié pour mesurer et compter, plutôt que pour stocker des connaissances.

Indépendamment du degré de réalisme des codes visuels utilisés, la clé d'une communication visuelle réussie est inévitablement la connaissance qu'a le récepteur des signes et des symboles que le communicateur utilise. En raison de la variété infinie des signes visuels, il arrive inévitablement que la différence entre les connaissances visuelles du communicateur et celles du récepteur risque de rendre la totalité ou une partie du message inintelligible. Afin de s'assurer que la communication au moyen d'images est aussi efficace que possible, le communicateur doit d'abord s'assurer que son récepteur connaît les codes visuels utilisés.

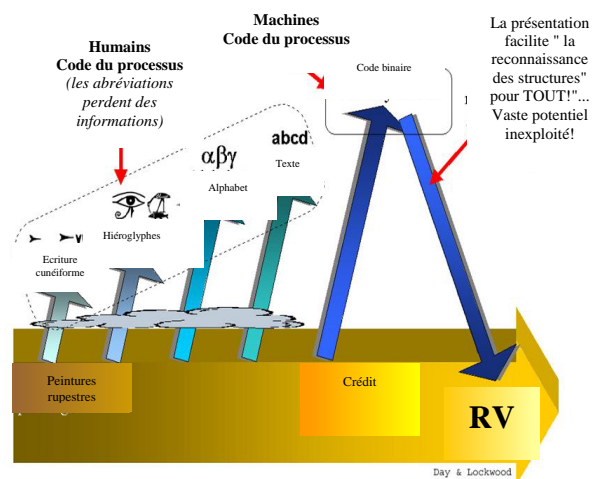


Figure 7 : Des codes de langage à la RV

Les technologies numériques modernes nous permettent à la fois de coder et de représenter n'importe quelle information (multimédia). Les humains ne lisent pas le code; les ordinateurs le font et représentent les images sous leur forme naturelle, permettant ainsi à l'esprit humain de travailler sur ses points forts (reconnaissance des structures, apprentissage créatif, association, production de connaissances, etc.) au lieu de décoder et de coder du texte. Cela signifie que la RV n'est pas une technologie périphérique, comme de nombreuses personnes le pensent couramment, mais qu'elle jouera un rôle de plus en plus central dans le processus de la communication humaine.

### 1.8 Le rôle de la technologie (et de la RV) dans l'apprentissage

En tant qu'outils d'apprentissage, les deux niveaux sont importants lorsqu'ils sont utilisés à bon escient, mais à l'un comme à l'autre, on peut se servir du TEL (Technology Enhanced Learning) ("Apprentissage amélioré par la technologie") pour créer de nouveaux environnements d'apprentissage pour l'apprentissage tant direct qu'à distance.

Le rôle de la technologie dans l'apprentissage amélioré par les technologies de l'information et de la communication commence à apporter un large ensemble d'améliorations aux matériaux courants d'apprentissage via l'application du multimédia numérique interactif, et via la transmission asynchrone du matériau numérique, que ce soit directement par l'intermédiaire d'un établissement d'approche directe ou sur le mode de l'apprentissage à distance.

### 1.8.1 L'utilisation de la technologie pour créer un nouveau matériau d'apprentissage

Alors que nous créons de nouveaux matériaux d'apprentissage améliorés par la technologie, il faut reconnaître que nous ne sommes qu'aux tout premiers stades d'une longue et passionnante entreprise globale, dans laquelle une pédagogie améliorée devra se fonder sur notre intelligence croissante de la manière dont le cerveau/esprit humain apprend. Il faudra néanmoins que les nouvelles pédagogies, et non pas les technologies sous-jacentes elles-mêmes, soient la principale courroie d'entraînement. Il faudra également que ce développement ne soit pas entraîné par la technologie, mais par une pédagogie améliorée, fondée sur notre intelligence croissante de la manière dont le cerveau/esprit humain apprend. Au cours des deux prochaines décennies, on en apprendra encore davantage sur le composant inné de la capacité humaine, ainsi que sur le stade de développement du cerveau le plus approprié pour en tirer parti et pour le maîtriser. Toutefois, si nous *prêtions attention à ce que l'on connaît déjà*, beaucoup de choses pourraient déjà être en cours de réalisation. Nous avons démontré que le nouveau matériau d'apprentissage a besoin de sortir du mode "exemple et parole" habituel, et de la domination du matériau fondé sur le texte, qui en découle.

Quelles autres directives faut-il suivre pour construire des environnements d'apprentissage améliorés par la technologie?

1. Premièrement, le matériau devra être structuré, compréhensible et cohérent. *Apprendre le tout avant les parties garantit un meilleur apprentissage et une meilleure mémorisation.* L'esprit apprend et mémorise mieux avec un contexte, une compréhension globale et des images complètes à traiter. La visualisation et la RV peuvent jouer un rôle essentiel dans ce contexte.
2. Deuxièmement, dans le cadre de tels contextes de contenu holistique, il faut créer des environnements d'apprentissage enrichis : ils engageraient les apprenants dans diverses recherches qui *utilisent* bien plus complètement *les nombreux moyens possibles d'apport et d'apprentissage dans l'esprit humain.* Cela accroît les chances d'améliorer les connaissances et les capacités de réflexion de la personne qui apprend, et utilise la puissance du traitement épisodique et de la mémoire.
3. Troisièmement, l'efficacité de ces nouveaux environnements d'apprentissage serait grandement améliorée par l'appoint d'*une grande variété d'expériences pratiques de qualité* qui encourageraient les personnes qui apprennent à choisir, à explorer, à manipuler, à tester et à opérer des transformations à l'intérieur de l'environnement d'"objets et d'idées" fourni. Encore une fois, la nature interactive et exploratrice de la RV en fait un outil idéal.

En employant, comme il a été dit plus haut, tout le potentiel de la technologie de l'Information et de la Communication, on peut finalement créer de nouveaux environnements d'apprentissage pour :

- Encourager l'exploration d'une réflexion autre, des réponses multiples et des idées créatives chez les personnes qui apprennent
- Etablir une utilisation bien plus équilibrée de la *mémoire de travail*, en réduisant l'utilisation (et la surcharge) de la boucle phonologique, *tout en utilisant pleinement le carnet à dessin visio-patial plus puissant*
- Utiliser un mode de transmission plus adéquat et les moyens de communication nécessaires, et pas seulement le "texte et parole"
- Créer des expériences très motivantes pour les personnes qui apprennent, ce qui réduit l'atmosphère stressante qui naît d'une impression de menace et les sentiments d'impuissance ou de fatigue si courants dans les classes nombreuses

On peut déjà créer certains aspects de ces nouveaux environnements d'apprentissage idéaux en utilisant divers multimédias numériques, parmi lesquels le son, les graphiques, l'animation, la simulation et la visualisation. On peut également y inclure le texte - mais il doit être utilisé dans le bon contexte.

Toutefois, il n'y a qu'une seule application de la technologie de l'Information et de la Communication qui puisse créer des environnements combinant TOUS les aspects exigés ci-dessus. Cette application est un environnement virtuel en 3D simulé entièrement interactif, à savoir la Réalité Virtuelle, parce qu'il apporte :

- Le contexte général, la compréhension globale et une "grande" image complète
- Diverses voies d'apprentissage qui utilisent plus pleinement les nombreuses moyens possibles pour l'apport et l'apprentissage dans l'esprit humain
- Une grande variété d'expériences pratiques de qualité qui encouragent les apprenants à choisir, à explorer, à manipuler, à tester et à opérer des transformations à l'intérieur de l'environnement d'"objets et d'idées" fourni.

## 1.9 L'enseignement et l'apprentissage dans les pays en développement

Si la crise de l'éducation à laquelle nous sommes confrontés est mondiale, la situation est beaucoup plus critique dans les pays en développement, et en particulier en Afrique. Bien des gens soutiennent que nous connaissons toujours la pauvreté, et sa manifestation 'high-tech', la "fracture numérique". Ils soutiennent qu'il n'est et ne sera jamais possible de procurer une éducation, même de qualité inférieure, au 70% de la population pauvre et isolée d'Afrique, en particulier à ceux qui vivent en dehors des grandes villes. Mais c'est aussi une prophétie qui est en train de se réaliser. Des centaines de millions de personnes exclues sont-elles plus éloignées et moins importantes que la lune? L'éducation d'un enfant africain est-elle moins importante que celle d'un enfant européen ou américain?

L'Enseignement et l'Apprentissage dans les Pays en Développement présente une version extrême de la crise mondiale. A tous les niveaux, et dans tous les pays africains, le secteur éducatif lutte pour maintenir le statu quo, livré à lui-même pour opérer des changements radicaux. La transmission face à face du savoir de type traditionnel ne peut pas simplement être accrue jusqu'au niveau requis pour satisfaire les besoins de l'Afrique. Si nous continuons à seulement "rafistoler" les systèmes d'éducation classiques "préfabriqués" qui sont importés "tels quels" des pays développés (où dominant aussi les méthodes "exemple et parole" faisant un usage intensif du texte) les systèmes éducatifs de l'Afrique continueront à se dégrader et à échouer car ces systèmes importés ne répondent ni aux ressources disponibles sur le continent, ni aux nouvelles connaissances sur la manière dont l'esprit humain apprend, ce qui est déterminant.

Les changements qu'il est nécessaire d'opérer sont fondamentaux et la création de nouveaux matériaux d'apprentissage adaptés à la situation de l'Afrique est un excellent point de départ. Le besoin de nouveaux environnements d'apprentissage fondés sur les multimédias (en particulier, sur la réalité virtuelle) se révèle encore plus nécessaire et plus adéquat en Afrique.

Pour répondre à la large gamme des besoins d'apprentissage de la majorité des exclus de ce continent, il faut un contenu produit localement et qui prenne en compte les problèmes locaux d'alphabétisation, de langue et de culture.

**L'alphabétisation :** Si l'on utilisait le système employé par Castells<sup>10</sup> pour mesurer l'illettrisme aux Etats-Unis, des pourcentages d'illettrisme supérieurs à 70% seraient courants, en particulier en dehors des grandes villes. C'est pourquoi les problèmes posés par le texte décrits plus haut sont considérablement amplifiés en Afrique. Au lieu d'importer des pays développés des matériaux d'apprentissage majoritairement fondés sur le texte, on doit développer des matériaux locaux qui réduisent le texte au minimum. Peut-on produire des matériaux dans lesquels la majeure partie du texte est remplacée par la voix, bien plus naturelle? Ces matériaux peuvent-ils utiliser des techniques de visualisation plutôt que du texte pour décrire avec plus de précision des lieux, des personnes, des événements, etc.? Ces matériaux peuvent-ils utiliser l'animation interactive et la simulation plutôt que du texte pour permettre aux personnes qui apprennent à rechercher activement comment les choses arrivent et fonctionnent dynamiquement. Oui, dans tous les cas, il existe des outils de multimédia numériques facilement accessibles pour répondre à tous ces besoins.

---

<sup>10</sup> Castells, M.(1998). 'The Information Age : Economy, Society, and Culture'. Vol. 3, "End of Millennium", Blackwell, p. 163.

**La langue :** De nombreux Africains sont au minimum bilingues et parlent à la fois une langue locale et une langue européenne. Comme la majeure partie du matériel éducatif de l'Afrique est importée, l'ancienne langue coloniale surjacente, et non pas la (ou les) langue(s) indigène(s), domine le système éducatif. Cela semble compréhensible dans les grandes villes, où de nombreux jeunes côtoient et donc apprennent naturellement à la fois des langues européennes et des langues indigènes dans leur petite enfance. Mais dans les zones rurales et isolées, où vit la majeure partie de la population africaine, le tableau est très différent. Là, on a plutôt tendance à n'entendre et à n'apprendre que des langues indigènes dans la petite enfance. Les langues européennes sont enseignées (généralement pas très bien, par des professeurs qui souvent ne les maîtrisent pas eux-mêmes couramment) à des élèves âgés de 8 à 14 ans, longtemps après que la "fenêtre naturelle" de l'acquisition du langage s'est fermée. Très peu acquièrent une maîtrise convenable, même oralement; quant à la maîtrise de la lecture, bien plus difficile à acquérir, elle est dans ces conditions encore plus médiocre.

**La culture :** Nous avons vu que pour un apprentissage de qualité, il est capital de conceptualiser le sujet que l'on apprend - pour brosser d'abord la grande image. C'est surtout le cas lorsque les personnes qui apprennent essaient de comprendre et de maîtriser des concepts complexes, souvent abstraits, particulièrement courants dans les mathématiques, les sciences naturelles et l'ingénierie. L'homme a toujours utilisé des analogies pour venir à bout de cette complexité, et elles demeurent une aide excellente à l'apprentissage. Mais les analogies, comme la langue, sont largement dépendantes de la culture. Or celles qui sont couramment utilisées (en particulier dans le matériel textuel importé) ne reflètent pas la culture indigène. Le recours à un bus londonien pour conceptualiser l'apprentissage des Lois du mouvement des corps établie par Newton est un exemple souvent utilisé. Malheureusement, c'est souvent l'intelligence des personnes qui apprennent qui est mise en cause et non la qualité du matériel d'apprentissage et de l'enseignement.

Nous savons quoi faire, nous avons mondialement les ressources, mais avons-nous la volonté de nous investir dans cette action de façon coordonnée? Disons-le autrement. Si les Etats-Unis ont pu se mobiliser entre 1962 et 1969 pour aller sur la lune, le monde peut sûrement se mobiliser pour faire de la la vision de "L'Education pour Tous" de l'UNESCO une réalité dans une ou deux décennies. Les centaines de millions d'exclus dans le monde ne sont sûrement pas aussi éloignés ni moins importants que la lune!

*Il devrait maintenant être clair que les nouveaux environnements d'apprentissage fondés sur le multimédia, essentiels dans les pays développés, sont encore plus nécessaires dans les pays en développement et en Afrique en particulier. Il devrait être également clair que ces matériaux ne devraient pas être importés, mais devraient être produits localement pour répondre à la large gamme des besoins d'apprentissage de la majorité exclue de l'Afrique, en prenant pleinement en compte les problèmes d'alphabétisation, de langue et de culture.*

*Encore une fois, il n'y a qu'une seule application de la Technologie de l'Information et de la Communication capable de satisfaire TOUS les besoins d'apprentissage africains cités plus haut en créant des environnements virtuels en 3D simulés entièrement interactifs, et c'est la **Réalité Virtuelle**.*

### 1.10 Quelques utilisations récentes de la RV dans l'Education

Il existe un grand nombre d'initiatives dans le monde entier qui utilisent la RV dans la sphère éducative. Nous avons retenu un certain nombre de projets qui utilisent généralement des technologies de RV haut de gamme :

- La RV a été abondamment utilisée comme outil exploratoire de simulation et de formation dans l'enseignement des phénomènes dangereux à l'Université de l'Illinois, à Urbana-Champaign<sup>11</sup>. Des projets comme l'Analyse d'une violente tempête ou l'enseignement de concepts abstraits et difficiles de Repérer et visualiser les structures biologiques complexes entrent dans cette catégorie.

---

<sup>11</sup> Projets de RV de l'Université de l'Illinois à Urbana-Champaign. <http://redrock.ncsa.uiuc.edu>



- La création de laboratoires virtuels et la réalisation d'expériences virtuelles, par exemple :
  - La création d'un laboratoire de géochimie de réalité virtuelle (Fung-Chun et al., 2000<sup>12</sup>) au National Taiwan Teacher's college
  - Une formation expérimentale de physique comme à la Kongju National University<sup>13</sup>
- L'emploi de la visualisation pour faire une démonstration ou comprendre des concepts difficiles. Parmi ces exemples, citons Long-Chyr Chang et al.,(2000<sup>14</sup>) - l'élaboration d'une zone d'enseignement adaptative et interactive fondée sur la Toile pour l'enseignement des mathématiques - et Stephen Chan et al. (2000)<sup>15</sup> - des systèmes d'apprentissage assistés par ordinateur pour expliquer la géométrie en 3D. Les mondes de Pauling, Maxwell et Newton<sup>16</sup> sont aussi des exemples de ce type d'application.

L'UNESCO a aussi travaillé (avec les auteurs) dans un certain nombre de domaines éducatifs. Il s'agit d'applications généralement fondées sur le PC et conçues pour mieux répondre aux besoins du développement africain. Elles comprennent :

- Le développement d'un modèle de RV traitant des points d'apprentissage relatifs à l'hygiène élémentaire dans les communautés rurales africaines. L'objectif de ce projet était d'utiliser la simulation visuelle interactive (la RV) comme moyen de démonstration des principes d'hygiène élémentaire et de se concentrer principalement sur l'hygiène, l'eau et la prévention des maladies qui y sont associées (comme la malaria, la bilharziose, la dysenterie et le choléra). Le modèle qui en a résulté a été testé et utilisé au cybercentre de Nakaseke en Ouganda. Un des autres objectifs de ce projet était de tester l'utilisation de la RV comme méthode de formation interactive informatisée dans les cybercentres africains.
- La formation de deux développeurs de RV d'origine ougandaise. Depuis l'achèvement de la seconde session de formation au début de 2002, d'autres modèles de RV pilotes ont été développés, parmi lesquels "Les Moteurs CC" et "Le français pour les Ougandais", qui ont tous deux servi dans deux écoles secondaires, le King's College à Budu et le St Henry's à Kitovo.
- La création de comités de RV officiels à Kampala, pour coordonner les initiatives de RV dans le pays, avec les représentants de deux universités (Makerere et Kyambogo), de la Toile scolaire de l'Ouganda, de la Commission nationale de l'Ouganda pour l'UNESCO, du ministère de l'Éducation, du National Curriculum Development Centre ("Centre national de développement des programmes scolaires"), ainsi que d'un certain nombre d'écoles locales.
- Un séminaire de RV, parrainé par l'IICBA (International Institute for Capacity Building in Africa) et accueilli par la Naledi3d Factory de Pretoria en mars 2002, avec des responsables de l'Ouganda, de l'Éthiopie et du Nigeria, et qui a également débouché sur des modèles pilotes pour décrire des leviers, la vitesse relative et des éléments chimiques.
- Un projet utilisant la RV pour aider les jeunes d'Alexandra (Johannesburg) à comprendre le processus de la recherche d'emploi, comment conserver un emploi et comment créer son propre espace d'emploi.
- Un projet destiné à aider les éducateurs en Éthiopie à mieux comprendre le VIH/SIDA, pour leur permettre de dispenser un meilleur enseignement à des élèves plus nombreux et plus jeunes.

---

<sup>12</sup> Fung-Chun Li, Lin Jer-Yann, Shyh-Jiung L, -Hua Hsu, Chau-Rong T, Cahu-Fu Y, &Tzong-Yiing, Wu. (2000). A Case Study of Creating Geo-Chemistry Lab of Virtual Reality in Education.

<sup>13</sup> Kim Jong-Heon, Sang-Tae Park Heebok Lee, Keun-Cheol Yuk & Heeman Lee. (2001). Virtual Reality Simulations in Physics Education (2001).  
<http://imej.wfu.edu/articles/2001/2/02/printver.asp>

<sup>14</sup> Chang Long-Chyr, Chiang Heien-Kun & Wey Pi-Shin (2000). WALTZ: A Web-based Adaptive/Interactive Learning and Teaching Zone.

<sup>15</sup> Chan, S.C.F., Wai, A., Chow, J. & Ng Vincentm, T.Y. (2000). A CAL System for Appreciation of 3D Shapes by Surface Development (C3D-SD).

<sup>16</sup> Deden C. (2001). Six Challenges for Educational Technology  
[http://www.virtual.gmu.edu/SS\\_research/cdpapers/ascdpdf.htm](http://www.virtual.gmu.edu/SS_research/cdpapers/ascdpdf.htm)

### 1.11 Quels sont les avantages éducatifs de la RV?

"La technologie de la RV possède entre autres capacités uniques la possibilité de permettre à des étudiants de voir les effets d'une loi physique changeante, d'observer des événements à une échelle atomique, de visualiser des concepts abstraits et de visiter des environnements, et d'interagir avec des événements que les facteurs de distance, de temps et de sécurité excluent normalement. Des études montrent que ces capacités uniques des technologies de RV permettent aux mondes de RV de soutenir une vaste gamme de types d'apprentissage de l'expérience, du concept et de la découverte qui autrement n'est pas disponible" (Javidi, 1999<sup>17</sup>).

Les affichages visuels traditionnels (les interfaces de l'utilisateur) contrarient notre capacité naturelle à transformer des données en informations / connaissances, principalement parce qu'ils éliminent la majeure partie de l'expérience directe. Par conséquent, la Réalité Virtuelle aide une personne à :

- Exploiter la troisième dimension
- Interagir d'une façon plus naturelle
- Construire un modèle mental du sujet et de la tâche à effectuer plus complet et plus naturel
- Naviguer facilement à travers l'espace d'information.

Nous avons vu (Partie 1.8) que la RV avait un rôle très important à jouer dans le traitement des besoins de l'éducation :

- La RV peut montrer l'ensemble du contexte, la compréhension globale et la "grande" image complète.
- La RV offre une variété de moyens d'apprentissage, qui utilisent (beaucoup plus complètement) les nombreux canaux possibles d'apport et d'apprentissage dans l'esprit humain.
- La RV offre une variété d'expériences pratiques de qualité qui encouragent les personnes qui apprennent à choisir, explorer, manipuler, tester et opérer des transformations à l'intérieur de l'environnement fourni.

En tant qu'outil d'apprentissage, la RV a d'autres avantages, notamment :

- La RV n'est pas linéaire - elle permet à la personne qui apprend d'explorer à sa guise.
- On utilise un certain nombre de formats multimédia comme les images, les sons, l'animation et la visualisation.
- La RV a la capacité de montrer les relations spatiales et regarde des objets en trois dimensions sous n'importe quel angle.
- La RV a la capacité d'agrandir vers l'intérieur pour montrer un détail et d'agrandir vers l'extérieur pour montrer un contexte.
- Pour ce qui est de la différenciation et de l'individualisation :
  - On peut répéter l'apprentissage aussi souvent qu'il est nécessaire.
  - On peut passer sur les parties connues.
  - On peut progresser à son propre rythme.
  - L'interactivité conduit à un apprentissage réel puisqu'on demande aux personnes qui apprennent d'interagir avec *et* de réagir au contenu. Des études ont montré que l'interactivité est un facteur important, bien plus que l'immersion (Gay, 1994<sup>18</sup>).
  - Elle fournit des niveaux d'interactivité - les gants de données et le casque de visualisation.

En résumé, la RV :

- Permet à l'utilisateur d'interagir avec le matériau d'apprentissage d'une façon plus naturelle.
- Permet à la personne qui apprend de construire un "modèle mental" complet et naturel du sujet.

---

<sup>17</sup> Javidi, Giti (1999). "Virtual Reality and Education". Université de la Floride du Sud.

<sup>18</sup> Gay, E. (1994). "Is Virtual Reality a Good Teaching Tool?" VR Special Report; pp 51-59.

- Permet à l'utilisateur de naviguer facilement à travers l'espace d'information en 3D.
- Permet à la personne qui apprend d'explorer.
- Est un outil puissant de visualisation.
- Nous permet de montrer un environnement, un objet, un processus, etc., qui remplace une description utilisant le texte.
- Nous aide à surmonter les obstacles de l'alphabétisation.
- Facilite un mode d'apprentissage "regarder - voir - faire".
- Minimise le risque.
- Est un outil de motivation puissant pour les personnes qui apprennent.
- Peut apporter des économies de coût, par exemple, dans les laboratoires scolaires.
- Favorise une expérience d'apprentissage plus riche et plus stimulante.
- Fournit un cadre visuel et spatial dans lequel peut prendre place un apprentissage plus détaillé.

Les activités d'apprentissage favorisent la mémoire. Nous nous rappelons:

- 10% de ce que nous lisons
- 20% de ce que nous entendons
- 30% de ce que nous voyons
- 50% de ce que nous entendons et voyons
- 70% de ce que nous disons
- 90% de ce que nous voyons et disons, en le faisant.

### 1.12 Quels sont les inconvénients de la RV en Afrique ?

Malgré les avantages potentiels que l'on peut tirer de l'application de la RV dans l'apprentissage africain, il existe un certain nombre d'obstacles qu'il faut encore surmonter. Ceux-ci sont principalement liés à des problèmes d'équité et à d'accessibilité, ainsi qu'au coût du contenu en développement de l'environnement d'apprentissage africain.

Cependant, ces problèmes n'influent pas seulement sur l'applicabilité de la RV à l'éducation africaine, ils sont aussi liés à des problèmes plus vastes de fracture numérique et à l'impact de la technologie de l'Information et de la Communication en général. Si l'on examine le développement de la connectivité PC/Internet en Afrique, on peut identifier les trois grandes tendances qui entraînent cette révolution de l'information :

- *Le coût de communication* : Le coût de transmission de l'envoi de données numériques est 10 000 fois moins élevé qu'en 1975 et décroît à un rythme de plus en plus rapide.
- *La puissance de traitement* : La puissance de traitement par dollar investi a été multiplié par 10 000 depuis 1975.
- *La convergence* : Les technologies analogiques sont en train d'être remplacées par des technologies numériques qui sont capables de traiter la voix, la vidéo et les données informatiques sur le même réseau.

C'est pour ces raisons, en même temps qu'à cause de la puissance accrue des cartes graphiques PC disponibles aujourd'hui, que la RV est devenue une option plus viable pour l'éducation et la formation.

Le nombre de PC continue d'augmenter sur le continent africain et les spécifications de ces machines autorisent l'exploitation croissante des modèles de RV interactifs, aussi l'importance du matériel va-t-elle diminuer avec le temps. A son tour, l'accès est traité par l'intermédiaire d'autres programmes (impliquant un certain nombre d'agences de financement) pour améliorer la disponibilité de ces machines dans les centres communautaires polyvalents, les écoles, etc.

Les coûts de développement peuvent entraîner une vraie difficulté, mais à bien des égards, le développement de la RV et des technologies de visualisation s'achemine désormais vers la maturité. Avec le temps, la base des compétences s'élargit et la bibliothèque des modèles disponibles s'accroît, si bien que le coût de l'unité de développement va diminuer. Il est important, cependant, que des initiatives locales soient mises en œuvre dès à présent pour créer un contenu local et pour développer cette capacité afin qu'on finisse par élaborer un contenu interactif LOCAL pour une utilisation LOCALE.

La RV a quatre autres inconvénients importants plus génériques (les trois premiers sont communs à tous les multimédias électroniques) :

- Il y a inévitablement perte de contact humain lorsque l'on utilise la RV dans la formation.
- Si la RV supprime le risque et le coût, il n'y a pas de solution de remplacement pour la pratique et la formation sur la chose réelle.
- Il existe des problèmes éthiques touchant ce qui est permis dans le monde virtuel par rapport au monde réel.
- Des études ont révélé des problèmes psycho-physiques avec certains types de réalité virtuelle - en particulier la RV immersive haut de gamme, qui peut provoquer le mal des transports!

Si ces inconvénients sont véritables à certains égards, ils peuvent ne pas être aussi pertinents dans le contexte africain. La RV a la capacité de simuler la réalité et de s'approcher de cette réalité bien mieux que n'importe quelle autre forme de multimédia. Même si elle n'offre pas de substitut de la chose réelle, il est également vrai que la plupart des élèves africains, par exemple, n'expérimenteront de toute façon jamais un laboratoire de physique ou de chimie réel en raison de l'absence de ressources dans nombre de nos écoles.

### **1.13 A quels domaines d'apprentissage la RV est-elle le mieux adaptée ?**

Dans une optique traditionnelle, la RV dans l'éducation - et notamment la RV immersive - devrait généralement être appliquée à des domaines où les expériences sont chères et difficiles à réaliser dans des environnements naturels d'enseignement et d'apprentissage, ou lorsque les concepts enseignés sont difficiles à comprendre par les méthodes normales de manuels. Le plus grand potentiel de RV résiderait alors dans les domaines où elle soutient des expériences impossibles à réaliser dans des environnements d'apprentissage courants.

Osberg (1992) décrit cela comme "un sentiment d'immersion et d'incorporation dans un environnement virtuel, qui permet à l'apprenant d'interpréter et de coder ses perceptions dans un ensemble plus vaste et plus approfondi d'expériences que celles qui existent dans les environnements éducatifs courants". Celles-ci incluraient des domaines où des changements dans les tailles, les perspectives ou les points de vue relatifs sont nécessaires à l'apprentissage, où des dimensions et des signaux multisensoriels enrichiraient l'apprentissage et ce dans des domaines qui exigent la création d'objets d'apprentissages abstraits qui habituellement n'ont pas de représentations physiques.

Pour mieux comprendre les domaines d'éducation et d'apprentissage auxquels la RV est *potentiellement* le mieux adaptée, il est utile d'envisager trois aspects de la RV dans l'éducation :

- Les utilisations potentielles de la RV
- Une comparaison entre l'andragogie (apprentissage de l'adulte) et la pédagogie (apprentissage de l'enfant) sur le plan des caractéristiques de l'apprentissage
- La compatibilité des méthodes de formation et des moyens de formation.

#### **1.13.1 Les utilisations potentielles de la RV**

Pour planter le décor, voici certaines utilisations potentielles de la RV dans l'apprentissage et l'éducation, selon la description de G. Bester (2002)<sup>19</sup> :

---

<sup>19</sup> Bester, G. (2002). "The Application of VR in Education and Training". Article présenté à la RV de l'IICBA dans le séminaire d'Afrique, Naledi3D Factory, Pretoria.

**Tableau 1 : Utilisations potentielles de la RV dans l'apprentissage (d'après Bester)<sup>19</sup>**

Utilisation potentielle	Domaine d'application
<b>Pour démontrer des concepts</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les processus qui seraient difficiles à mettre en œuvre dans une salle de classe</li> <li>• Les concepts abstraits</li> <li>• Les séquences psychomotrices</li> </ul>
<b>Pour illustrer et expliquer des concepts</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les principes liés aux changements dynamiques ou au mouvement</li> <li>• Les principes abstraits grâce à l'utilisation de modèles</li> <li>• Les principes liés à l'espace en deux, trois ou plusieurs dimensions</li> <li>• Les concepts scientifiques ou technologiques poussés, au moyen de modèles d'animation et de visualisation</li> </ul>
<b>Pour remplacer la vie réelle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les visites de terrain ou de sites qui sont trop éloignés, inaccessibles</li> <li>• Les laboratoires</li> <li>• Les ateliers</li> </ul>
<b>Pour réduire et synthétiser les connaissances/les informations en un tout cohérent</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En contextualisant des informations sans relations apparentes, qui paraissent complexes et vagues sous une forme imprimée</li> </ul>
<b>Pour analyser une réalité complexe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les formes, les structures et les processus, notamment au moyen de combinaisons d'animation, de graphiques et de son</li> </ul>

### **1.13.2 L'andragogie par rapport à la pédagogie**

La RV peut *potentiellement* être utilisée dans l'apprentissage de l'enfant (pédagogie) comme dans l'apprentissage de l'adulte (andragogie). Y a-t-il des raisons pour donner la priorité à l'un plutôt qu'à l'autre ?

L'andragogie est définie au sens large comme l'"apprentissage de l'adulte", mais plus précisément c'est le terme spécifique utilisé pour décrire le processus consistant à éduquer et à amener les adultes à remplir leurs rôle de parents, d'éducateurs, de citoyens ou de travailleurs. Il y a des différences *apparentes* importantes dans la manière dont les adultes apprennent et, traditionnellement, ce fait exige qu'ils soient traités différemment des enfants. L'adulte est plus qu'un enfant devenu une grande personne. L'adulte et l'enfant qui apprennent ont chacun des caractéristiques uniques qui réclament des principes et des techniques d'enseignement qui exploitent ces caractéristiques (Tableau 2).

**Tableau 2 : La pédagogie par rapport à l'andragogie (d'après J. Hugo)**

Caractéristique	Pédagogie traditionnelle	Andragogie
<b>Concept d'identité personnelle</b>	Dépendance totale Relations autoritaires de soumission N'accepte pas la responsabilité de l'apprentissage Décisions prises à la place de la personne qui apprend Joue un rôle passif dans les activités éducatives Identité personnelle créée à travers des déterminants extérieurs	Responsable, autonome et indépendant Association avec l'éducateur (exploration commune des connaissances) Co-responsable de son propre développement Engagé activement dans la prise de décision et les activités éducatives
<b>Expérience</b>	Petite expérience de vie qui peut servir de source d'apprentissage	Expérience riche - éventail plus large, qualité variable Source puissante de développement au cours de l'éducation Expérience devenant de façon croissante une source d'identité personnelle
<b>Maturité pour apprendre</b>	Est fonction de l'âge de la personne qui apprend (c'est à l'éducateur de décider quand il est temps d'apprendre certaines choses et quand progresser au niveau supérieur)	Eprouve le besoin de gérer une situation de vie réelle de façon plus efficace
<b>Orientation d'apprentissage</b>	Orientation de l'apprentissage centrée sur le sujet Doit apprendre un processus pour acquérir le sujet inscrit au programme La perspective du temps : les connaissances acquises maintenant peuvent, ou ne peuvent pas, être applicables plus tard	Eprouve une orientation d'apprentissage centrée sur la vie, une tâche ou un problème Eprouve le besoin d'appliquer immédiatement ses connaissances
<b>Motivation pour apprendre</b>	Motivation extrinsèque (récompense ou punition)	Motivation intrinsèque due à un besoin de réalisation personnelle

Les caractéristiques de l'apprentissage des adultes sont, selon ce modèle (sur lequel sont fondées nombre de pratiques éducatives actuelles), très différentes de celles des enfants. Toutefois, à la lumière des dernières recherches neurologiques, ce modèle est-il toujours d'actualité? Il se pourrait que les principes de l'andragogie soient bien plus proches de la manière dont un enfant apprend réellement que les points de vue traditionnels sur la pédagogie. Comme le dit Einstein (cité approximativement) : "*Si vous êtes passé à travers 12 années d'école sans vous être endommagé l'esprit, vous vous en êtes bien tirés*". Les physiciens ont mis de nombreuses années à comprendre et à accepter les idées d'Einstein en physique en général, et la relativité en particulier. Après 100 ans, de nombreux pédagogues n'ont toujours pas compris, sans même parler d'accepter, les idées d'Enstein sur l'éducation. Il serait sans doute nécessaire de revoir aussi la conception actuelle de la pédagogie selon la compréhension que l'on a aujourd'hui de la manière dont le cerveau apprend et se développe - en particulier en ce qui concerne les années d'enfance formatrices (que ce soit aux stades préprimaire, primaire, secondaire ou tertiaire).

A première vue, le tableau ci-dessus semblerait indiquer que la RV se prête davantage à l'apprentissage des adultes. Ceux-ci sont plus enclins à l'auto-apprentissage au moyen de l'exploration, etc. D'un autre côté, les enfants ont besoin d'être guidés par des éducateurs faute d'une expérience de vie à laquelle ils puissent relier l'apprentissage.

D'après les récentes études faites dans le domaine de la neurologie, il est évident que la RV peut aussi être utilisée avec succès par les enseignants/éducateurs dans le cadre du processus d'apprentissage scolaire facilité. La représentation en 3D est toujours un moyen de démonstration puissant, même si seul l'éducateur bénéficie de l'interactivité dans le cadre du processus d'enseignement en classe. Bien entendu, cela n'empêche pas l'enfant qui apprend d'explorer individuellement le matériau.

Pour récapituler, compte tenu de ce que nous savons sur les processus neurologiques du cerveau, il est nécessaire de mettre en question l'approche traditionnelle de la pédagogie. Cette démarche doit être poussée plus loin. Toutefois dans les deux cas, la RV est également applicable, mais avec une approche différente du projet instructionnel dans les domaines respectifs de la pédagogie et de l'andragogie.

### 1.13.3 La compatibilité des méthodes de formation et des moyens de formation

Le choix des méthodes de formation se fonde sur le fait que les thèmes ou les sujets de formation diffèrent quant à la complexité, la portée, l'environnement, le groupe cible, les circonstances, la nature du domaine d'apprentissage et les tâches à accomplir - autrement dit, ils sont cognitifs, affectifs ou psychomoteurs. Il faut concilier ces facteurs avec les différentes méthodes de formation et les moyens disponibles selon leurs caractéristiques uniques et leur adéquation au thème ou au cours particulier.

D'autres facteurs sont à prendre en compte, comme les caractéristiques du spécialiste du sujet, la situation de la formation, les élèves et les objectifs de performance d'un système ou d'un dispositif d'apprentissage particulier. Les objectifs de l'apprentissage sont liés aux tâches à accomplir, ainsi qu'aux compétences exigées par ces tâches - c'est-à-dire qu'il faut définir les objectifs de l'apprentissage avant de pouvoir dégager les objectifs de la formation.

Si l'on applique les méthodes de formation les plus courantes aux différents moyens éducatifs compatibles, on obtient la matrice suivante (Tableau 3) avec l'indication de leurs avantages et de leurs inconvénients :

**Tableau 3 : Méthodes de formation par rapport aux types de moyens (d'après J. Hugo)**

Méthodes de formation	Apprentissage assisté par ordinateur	Livres	Modèles	Vidéo	Multimédia	Simulations basse fidélité (1)	Simulations haute fidélité (2)
Cours en salle de classe (facilités)	O	X	X	X	X	X	X
Séminaires (facilités)	/	X	/	X	X	X	X
Cours à temps partiel (facilités)	X	X	O	X	X	X	X
Correspondance (facilités)	/	X	/	X	X	X	O
Formation sur le lieu de travail (facilités)	X	X	X	X	X	X	X
Etude personnelle (individuelle)	X	X	O	X	X	X	/
En ligne (apprentissage électronique) (individuel)	X	X	O	X	X	X	O
Ateliers (groupe)	O	X	O	X	/	X	/
Simulation/Jeux (commercial) (groupe)	X	/	X	O	O	X	X
Systèmes d'aide à la tâche (individuel/groupe)	X	/	/	O	X	X	O

(1) Inclut la visualisation en 3D basse fidélité (RV fondée sur le PC)

(2) Inclut la visualisation en 3D haute fidélité (images de RV haut de gamme, c'est-à-dire informatique SGI, etc.)

#### **Symboles :**

X = entièrement utilisable (peut être utilisé avec un bon résultat dans la méthode d'apprentissage/de formation)

/ = partiellement utilisable (peut être utilisé avec un certain résultat dans la méthode d'apprentissage/de formation)

O = non utilisable (technologie non applicable)

**Note** : Les résultats figurant dans ce tableau diffèrent légèrement de ceux de J. Hugo (voir la Préface), qui n'a pas envisagé le cas de l'utilisation de la RV comme outil d'apprentissage facilité.

Le tableau montre clairement qu'on peut adapter toute une gamme de technologies à toute une gamme de méthodes d'enseignement. Toutefois, là où, par exemple, on peut utiliser des outils multimédias, ainsi que la RV basse fidélité, la RV apporte un certain nombre d'avantages au processus d'apprentissage, notamment en matière d'interactivité et de visualisation; celles-ci sont davantage compatibles avec les connaissances actuelles sur la manière dont notre cerveau apprend.

Dans le cas des "simulations basse fidélité", la technologie se prête à toutes les méthodes de formation énumérées. Mais la RV haute fidélité, plus haut de gamme, a une utilisation plus restreinte, principalement en raison de ses coûts d'installation plus élevés. Dans la pratique, la RV haute fidélité est généralement utilisée dans l'industrie (notamment dans l'industrie automobile et dans l'exploration pétrole/gaz), ainsi que dans le théâtre virtuel d'immersion dans le public, et dans les applications du tourisme et du patrimoine.

## **1.14 Conclusions**

### **1.14.1 Il est temps d'adopter des méthodes d'apprentissage améliorées**

L'émergence des neurosciences a montré récemment que les capacités visio-spatiales de l'espèce humaine sont très supérieures à nos capacités phonologiques (langage et texte). Ce n'est pas surprenant si l'on considère que la vue est notre sens le plus important et utilise près de 50% du cortex cérébral. Les éducateurs négligent ce fait depuis des siècles en privilégiant une méthode d'apprentissage de "l'exemple et de la parole" fondée essentiellement sur le langage et le texte. L'apprentissage moderne doit évoluer de la mémorisation de faits à une acquisition d'aptitudes cognitives. L'esprit se souvient mieux avec un contexte, une compréhension globale et des images complètes à se rappeler. Les méthodes d'apprentissage courantes de "l'exemple et de la parole" fondées sur le langage et le texte ne font pas un bon usage du plus puissant composant de nos mémoires de travail - notre carnet à dessin visio-spatial qui forme une imagerie mentale dans l'esprit.

### **1.14.2 La RV est bien adaptée aux besoins de la mémoire humaine**

La RV, fondée de par sa nature sur des images en pseudo-3D, utilise donc la partie la plus ancienne et la plus puissante de nos chemins de mémoire pour une compréhension et un apprentissage grandement améliorés. En permettant aux personnes qui apprennent à la fois de voir et de manipuler des objets virtuels dans un environnement informatique, on peut enrichir leur expérience visio-spatiale, accroissant ainsi leur compréhension, et surtout, leur motivation pour apprendre.

### **1.14.3 La RV peut jouer un rôle vital dans l'éducation africaine**

L'éducation africaine est en crise et le taux d'alphabétisation en Afrique est le plus bas du monde. Une intervention radicale est nécessaire pour traiter le problème de l'éducation sur le continent. Nous avons vu pourquoi les matériaux d'apprentissage fondés sur le texte ne sont pas la meilleure solution et pourquoi la transmission des connaissances sur le modèle traditionnel de "l'exemple et de la parole" et du face à face ne peut pas simplement être accrue pour combler ce déficit colossal. Nous devons développer un matériau d'apprentissage local qui fasse moins usage du texte et plus de la voix, de l'imagerie et de la simulation de RV interactive.

Toutefois, il y a des obstacles à surmonter : la densité du nombre de PC y est aussi l'une des plus faibles du monde, tout comme les niveaux de connectivité. Il existe cependant d'autres initiatives stratégiques, comme la mise en place d'équipements dans les centres communautaires polyvalents et d'ordinateurs dans les écoles qui, peu à peu, viendront à bout de cet obstacle. D'autre part, le coût du développement de contenu peut constituer une barrière. Mais, si le contenu de RV est partagé dans tout le continent, alors le coût d'utilisation deviendra minime, voire inférieur au coût des manuels.



#### 1.14.4 La RV est un outil d'éducation puissant

Probablement sous la forme de RV immersive, mais à coup sûr sous la forme beaucoup plus simple du format du PC de bureau, la RV est une technologie puissante qui peut :

- Démontrer à la fois des concepts simples et complexes
- Illustrer et expliquer des concepts
- Remplacer la vie réelle par des environnements virtuels sûrs
- Synthétiser les connaissances/informations en un tout cohérent
- Analyser des réalités complexes

Il y a peu d'outils - à supposer qu'il y en ait - qui peuvent satisfaire autant d'exigences d'apprentissage d'un bloc comme le fait la RV.

Voici un résumé des principaux avantages de la RV :

- Elle permet à l'utilisateur d'interagir avec le matériau d'apprentissage d'une manière plus naturelle
- Elle permet à la personne qui apprend de construire un "modèle mental" du sujet complet et naturel
- Elle permet à l'utilisateur de naviguer facilement à travers un espace d'information en 3D
- Elle permet à la personne qui apprend d'explorer
- Elle est un outil de visualisation puissant
- Elle aide à surmonter les obstacles de l'alphabétisation
- Elle facilite un mode d'apprentissage "regarder - voir - faire"
- Elle minimise le risque
- Elle est un outil de motivation puissant pour ceux qui apprennent
- Elle peut fournir des économies de coût, par exemple là où l'on ne peut pas s'offrir des laboratoires scolaires de physique
- Elle permet une expérience d'apprentissage plus riche et plus stimulante
- Elle fournit un cadre visuel et spatial dans lequel peut prendre place un apprentissage plus détaillé.

#### 1.14.5 La VR est adaptée à l'apprentissage des adultes et à l'apprentissage des enfants

A première vue, la RV se prête plus à l'apprentissage des adultes qui s'appuie davantage sur un apprentissage et une exploration plus libres, plus auto-guidés (Partie 1.13.2). Mais la RV est également très efficace pour assister l'apprentissage traditionnel des enfants dans un cadre scolaire où l'éducateur utilise la RV dans un environnement de groupe, en se servant d'un PC et d'un projecteur de données pour communiquer le contenu d'apprentissage interactif à un groupe d'élèves.

Toutefois, ceci n'empêche pas les élèves d'explorer individuellement s'ils le souhaitent ou s'ils en ont l'occasion à l'école. En Ouganda, c'est l'une des manières dont on utilise la RV dans quatre projets d'école pilotes. Il est intéressant de noter que les élèves plus âgés sont également autorisés à développer eux-mêmes des modèles de RV dans le cadre de leur expérience d'apprentissage!

#### 1.14.6 L'application de la RV dans l'éducation

On peut construire un contenu éducatif en utilisant divers multimédias numériques, c'est-à-dire le son, les graphiques, la visualisation, l'animation, la simulation et aussi le texte. Mais il n'y a qu'une seule application *des technologies de l'Information et de la Communication qui soit capable de créer des environnements en combinant tous les aspects nécessaires (Partie 1.8) et cette application est un environnement virtuel en 3D simulé, entièrement interactif, c'est-à-dire la **Réalité Virtuelle**.*

Les réformes technologiques comme la RV doivent être mises en place parallèlement à des innovations simultanées dans la pédagogie, dans l'évaluation des programmes, dans l'organisation scolaire et dans la technologie pédagogique. Une formation professionnelle élargie des enseignants dans le cadre du

déploiement et de l'utilisation de ces nouvelles technologies novatrices est également cruciale pour un développement viable.

La RV, et en particulier, la RV basique effectuée sur PC, est utilisable avec profit grâce à un large spectre de méthodes d'apprentissage et de formation, notamment la salle de classe, la salle de conférence, les séminaires et les ateliers, les cours à temps partiel, la formation sur le lieu de travail, l'apprentissage en ligne, ainsi que dans la simulation et les jeux.

De plus, un effort maximal devrait être consacré au développement et au soutien de stratégies et de plateformes de transmission de connaissances appropriées au contexte africain.

Comme une grande partie de l'apprentissage se déroule visuellement, les domaines où l'on a besoin de démontrer des concepts difficiles, en faisant appel à toute la gamme des capacités mobiles et audio-visuelles, devraient être les premiers à retenir pour l'application de ces technologies. Ces domaines comprendraient des services et des produits dans l'ingénierie, le prototypage, l'architecture, la science et la technologie, le tourisme et la culture, pour n'en citer que quelques-uns.

Dans la salle de classe et dans les sphères réservées aux adultes, les domaines d'apprentissage devraient inclure : les sciences, les mathématiques, l'ingénierie, les statistiques, les sciences économiques et financières, l'exploration artistique et culturelle, etc.

Cette étude montre clairement que, en ce qui concerne la manière dont le cerveau humain apprend, le contenu visuel est essentiel pour l'apprentissage - et que le contenu en 3D interactif (la RV) offre une manière très efficace de fournir à la fois le contexte et le contenu. Ceci peut avoir un impact important sur l'amélioration de l'éducation en Afrique. Sans être une panacée pour tous les problèmes éducatifs de l'Afrique, les technologies, et en particulier la RV effectuée sur PC, peuvent largement contribuer à l'élimination de certaines insuffisances éducatives du continent.

### **1.15 La voie de l'avenir**

L'une des conclusions les plus importantes de cette étude est qu'une grande partie de notre apprentissage et de notre formation est fondée sur le texte, qui n'est pas vraiment compatible avec la manière dont le cerveau apprend réellement. Le support visuel, et en particulier le support visuel en 3D interactif, correspond bien davantage aux processus d'apprentissage du cerveau. L'étude a également souligné qu'il faut développer le matériel d'apprentissage en Afrique pour satisfaire à la large gamme des besoins d'apprentissage, et aux différents problèmes locaux d'alphabétisation, de langue et de culture.

Il est donc important de construire la capacité pour développer le contenu de RV en Afrique de sorte que les pays africains puissent créer leur propre contenu local et spécifique de RV.

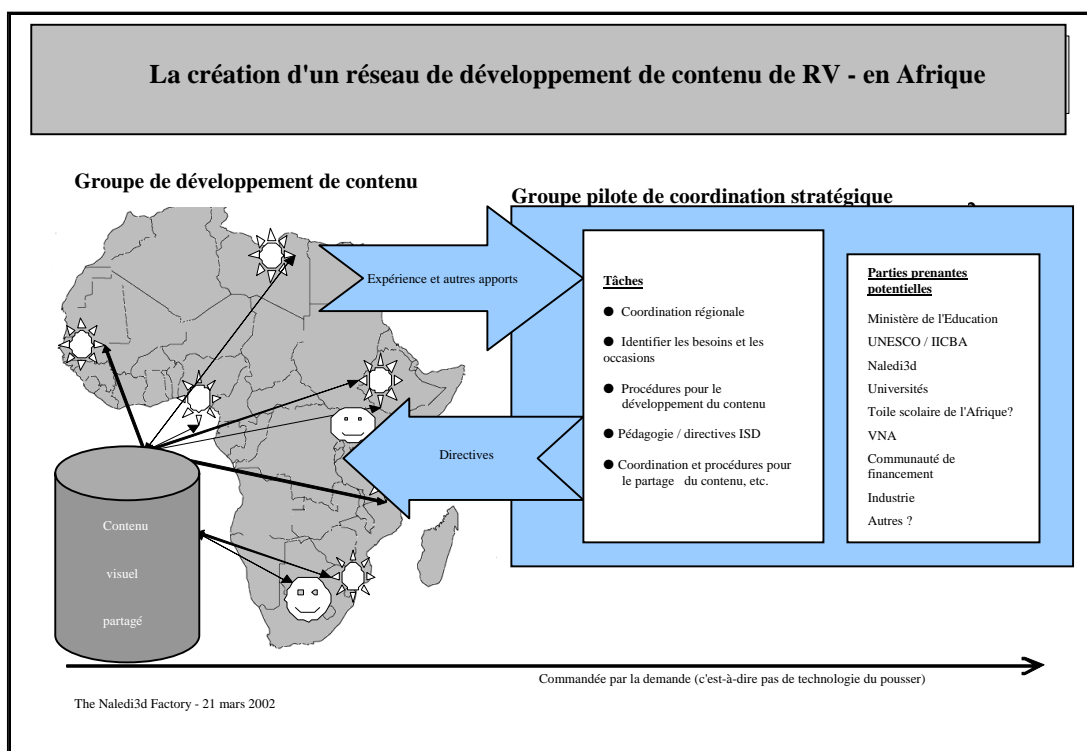
L'UNESCO, ainsi que la Naledi3d Factory, travaillent depuis deux ans en Ouganda pour créer une capacité de développement de contenu de RV, à l'Université Kyambogo de Kampala. Cette initiative s'est développée aujourd'hui au point que les Ougandais la prennent eux-mêmes en main et créent un contenu local à l'usage des écoles ougandaises. Parmi les parties prenantes aujourd'hui figurent quatre écoles, la Toile scolaire de l'Ouganda, le ministère de l'Éducation, l'Université de Makerere, le National Curriculum Development Centre ("Centre national de développement des programmes d'enseignement"), des représentants des centres communautaires polyvalents, ainsi que de la Commission nationale ougandaise de l'UNESCO.

Le séminaire<sup>20</sup> de RV de l'IICBA a défini une voie d'avenir stratégique qui mettrait l'initiative ougandaise à un niveau continental. Ce rapport montre désormais qu'il y a de bonnes raisons pédagogiques pour soutenir cette stratégie.

---

<sup>20</sup> IICBA (2002). La RV dans un séminaire africain. The Naledi3d Factory, Pretoria, mars.

Cette initiative stratégique s'appuierait sur l'expérience ougandaise et élaborerait une capacité de développement de contenu local dans un certain nombre (quatre à cinq) de pays africains - comme le montre la Figure 8 ci-dessous :



**Figure 8 : Un réseau de développement de RV panafricain**

Le concept proposé comporte un certain nombre d'éléments clés :

- Un certain nombre de centres de développement dans tout le continent - chacun étant dirigé par un groupe local partie prenante pour faciliter l'utilisation à travers l'école locale, le centre polyvalent et la communauté de la bibliothèque. Les pays désignés sur le schéma ci-dessus indiquent seulement ceux qui pourraient potentiellement participer à cette initiative.
- Un petit groupe de coordination panafricaine globale de RV.
- Un processus et une infrastructure destinés à garantir que tout contenu développé sera accessible pour les autres centres et, en conséquence, pour leurs communautés locales.
- Des contrats de licence d'utilisation à mettre en place pour garantir non seulement que tout contenu éducatif est partagé gratuitement mais aussi que les autres centres peuvent modifier tout le contenu partagé. Cela impliquerait que le contenu développé ait une licence d'exploitation sur les principes de contrats de source ouverte.
- La mise en œuvre d'une formation centrale pour "former les formateurs" qui deviendront ensuite des développeurs pilotes dans leur pays - et la mise en œuvre au minimum d'une formation de premier niveau des autres parties locales.
- Des ateliers annuels pour les développeurs de contenu et autres parties prenantes pour coordonner le partage et actualiser les expériences et les compétences.

Les activités initiales (de un an à cinq ans) se concentreraient sur la création de contenu scolaire ou de contenu d'apprentissage pour adultes. Les domaines d'apprentissage comprendraient : les sciences (physique, chimie, biologie, etc.), les mathématiques, l'ingénierie, les statistiques, l'économie, la santé, l'exploration artistique et culturelle, etc.

Il faudra à un moment donné du projet aborder les problèmes de viabilité, ce qui impliquera en fin de compte de passer à un modèle de développement de contenu commercial.

## 2. METHODOLOGIE DE L'ETUDE

Un programme d'évaluation a été entrepris dans un certain nombre d'écoles et de cybercentres communautaires, en Afrique du Sud et en Ouganda, pour tester la validité des résultats théoriques rapportés dans la première partie de cette étude. Le reste de l'étude résume les résultats des enquêtes telles qu'elle ont réellement été menées.

La logique qui sous-tendait la méthodologie de l'étude (conçue par Rita Kizito de l'UNISA, une spécialiste de l'éducation) était d'évaluer si l'utilisation d'interventions visuellement interactives aurait potentiellement un effet positif sur l'apprentissage de l'élève. On y parviendrait en faisant ressortir la valeur perçue et l'effet initial qu'aurait la Réalité Virtuelle (RV) sur l'apprentissage des élèves dans différents contextes d'apprentissage africains, en privilégiant les questions suivantes:

- La RV affecte-t-elle la compréhension du sujet enseigné ?
- L'utilisation de la RV affecte-t-elle la mémoire de l'apprentissage ?
- L'utilisation de la RV influence-t-elle la motivation par rapport l'apprentissage ?
- Y a-t-il des témoignages de l'application des connaissances acquises après utilisation de la RV ?

Les établissements étudiés ont été les suivants :

Pays	Etablissement	Nombre d'élèves	Nombre de professeurs
<b>Ouganda</b>	Cybercentre de Buwana	17	1
	Cybercentre de Nakaseke	45	7
	Ecole secondaire du King's College de Budu	25	1
	College de Makerere	19	7
	Ecole secondaire de Mengo	20	2
	Ecole secondaire de Ndejje	26	5
	Ecole secondaire de St Henry's	29	6
<b>Afrique du Sud</b>	Lycée de Soshanguve	28	1
	Lycée de Mamelodi	71	2
<b>Total</b>		280	32

Des questionnaires distincts avaient été conçus pour les élèves et pour les enseignants. Chacun d'eux était divisé en quatre parties :

**Partie A du questionnaire (Démonstration pré RV) :** La première étape de chaque séance d'enquête consistait à poser une série de questions pour évaluer l'exposition des personnes interrogées à l'apprentissage sur informatique ainsi qu'au matériel du sujet, avant de les exposer aux huit modèles de RV.

**Partie B du questionnaire (Démonstration post RV) :** L'exposition aux huit modèles de RV s'est faite sous la forme d'une série de leçons d'apprentissage simulées. Les opinions des personnes interrogées sur ce matériel ont été étudiées par la suite au moyen d'une série de questions conçues pour tester leurs réactions envers le matériel d'apprentissage visuel, pour savoir où ils avaient eu des difficultés et pour connaître, au moyen d'une série de questions ouvertes, leurs idées sur ce qu'on pourrait faire pour faciliter l'apprentissage.

Voici les modèles qui ont été utilisés dans le cadre de leçons simulées dans des domaines de sujet associé:

Titre	Description	Commentaires
Filtre à sable	Ce qu'est un filtre à eau qui utilise le sable, comment il fonctionne. Permet à l'utilisateur de créer un filtre à eau en choisissant les couches de sable et de vérifier qu'il marche.	
Moule à plastique	Montre comment fonctionne une machine à mouler le plastique monphasée bon marché. Permet à l'utilisateur de suivre les différentes étapes du moulage en temps réel.	Résultat : un responsable de la communauté au cybercentre de Buwama a voulu acquérir une machine pour la communauté.
Arme à feu	Un bon exemple de machine, démontable, et dont les spectateurs peuvent voir le mode de fonctionnement qui lui est propre, en l'occurrence le percuteur qui est poussé par un mécanisme à ressort.	
Lalibela	Un modèle qui montre une église taillée dans le roc à Lalibela, en Ethiopie (Bet St Giorgis); une visite de l'extérieur et de l'intérieur.	Les enfants en particulier n'ont pas reconnu le nom, mais dès qu'ils ont vu le modèle, ils l'ont reconnu comme étant quelque chose qu'ils avaient vu sur l'Internet.
Leviers	Un modèle (développé par l'IICBA) qui montre les principes des leviers de 1ère catégorie, 2ème catégorie et 3ème catégorie.	
Français	Développé en Ouganda, ce modèle (une salle de séjour) facilite l'apprentissage de la prononciation et du vocabulaire français.	
Locomotive à vapeur	Un modèle développé pour le musée de la technologie de Delft montre comment fonctionne une locomotive à vapeur. Encourage l'utilisateur à assembler les cinq principaux composants d'une loco à vapeur.	
Hygiène rurale	Développé par l'UNESCO pour Nagaseke en Ouganda. L'hygiène élémentaire (entre autres principes, se laver les mains, laver les fruits, désinfecter les toilettes, se baigner au bon endroit, etc.) Un village en 3d est utilisé comme modèle de base.	Ce modèle a été fréquemment associé, en particulier par les apprenants ruraux

**Partie C du questionnaire (sur la leçon de RV) :** Cette partie faisait suite à la précédente partie B et testait les opinions des personnes interrogées sur la RV en tant qu'outil d'apprentissage potentiel.

**Partie D du questionnaire (sur vous-même) :** a permis d'établir les statistiques démographiques des personnes interrogées.

On peut facilement déduire le contenu et la structure des questionnaires d'après la présentation des données; c'est pourquoi les questionnaires ne sont pas reproduits ici. On peut toutefois se les procurer dans le rapport complet de l'étude aux Archives des Publications de la Naledi3d Factory (<http://www.naledi3d.com/navpage.html>). L'échantillon comprenait des individus issus de communautés rurales, de communes et de villes avec un large éventail d'âges (10 à 25+). Les détails démographiques sont les suivants :

### Statistiques démographiques des élèves - 280 personnes interrogées

Âge	
1 = Au-dessous de 10	0,76 %
2 = 11 à 14	6,08 %
3 = 15 à 19	71,1 %
4 = 20 à 24	10,65 %
5 = Au-dessus de 25	11,41 %

Emplacement de l'école	
Communauté rurale	32,28 %
Commune	50,39 %
Ville	17,33 %

Sexe	
Féminin	35,11 %
Masculin	64,89 %

### Statistiques démographiques des enseignants - 32 personnes interrogées

Âge	
1 = 20 à 24	14 %
2 = 25 à 34	40 %
3 = 35 à 44	30 %
4 = 45 à 54	8 %
5 = au-dessus de 55	8 %

Niveau de la formation de RV	
1 = approfondie	0 %
2 = acceptable	15 %
3 = très faible	26 %
4 = aucune formation	59 %

Expérience de l'enseignement	
Nombre moyen d'années	7,2 ans
Médiane	5 ans

Sexe	
Masculin	81 %
Féminin	19 %

Au total, 280 élèves et 32 enseignants ont donné des réponses écrites. Toutes les personnes interrogées n'ont pas répondu à certaines questions.

### 3. ANALYSE DES RESULTATS DE L'ETUDE

Cette partie analyse en détail les données globales obtenues auprès de tous les élèves et enseignants qui ont répondu à notre questionnaire. Lorsque c'était possible, les données ont été représentées sous forme de graphique pour faciliter l'interprétation.

L'annexe 1 fournit les réponses globales des enseignants qui apportent un éclairage supplémentaire sur les implications pédagogiques de la RV.

#### 3.1 Les résultats - Evaluation Pré et Post RV : La confiance dans les sujets et l'expérience de la salle de classe

##### 3.1.1 La confiance dans chacun des sujets avant et après la leçon de RV

Il y a eu une évolution très importante du niveau de confiance des élèves dans chaque domaine de sujet après avoir vu le matériel d'apprentissage visuel/RV.

Avant l'exposition au matériel, il y avait "peu de confiance" ou "pas de confiance" dans la plupart des thèmes montrés. Après l'exposition au matériel d'apprentissage de RV, les réponses étaient en général "très confiant", "confiant" ou "assez confiant".

Les résultats des réponses avant et après figurent dans le Tableau ci-dessous.

Séance Pré RV					Séance Post RV				
Question : Quel est votre degré de confiance par rapport aux thèmes suivants ?	Nombre	Moyenne	Ecart type	Médiane	Question : Quel est votre niveau de confiance par rapport aux thèmes suivants ?	Nombre	Moyenne	Ecart type	Médiane
A1.1 - Filtre à sable	265	4.0	1.3	5	B1.1	252	2.2	1.0	2
A1.2 - Moule à plastique	259	4.4	1.0	5	B1.2	245	2.4	1.2	2
A1.3 - Arme à feu	262	3.6	1.3	4	B1.3	250	2.1	1.2	2
A1.4 - Lalibela	259	4.6	1.0	5	B1.4	241	2.6	1.3	3
A1.5 - Leviers	261	3.6	1.5	4	B1.5	247	1.9	1.1	2
A1.6 - Français	265	4.3	1.1	5	B1.6	242	3.2	1.2	3
A1.7 - Locomotive à vapeur	256	4.5	0.9	5	B1.7	238	3.0	1.2	3
A1.8 - Hygiène rurale	199	3.1	1.5	3	B1.8	172	1.6	1.0	1

1 = Très confiant; 2 = confiant; 3 = assez confiant; 4 = peu confiant; 5 = pas du tout confiant



On voit nettement que le degré de confiance dans la connaissance du sujet s'est élevé de manière significative. La RV semble également capable d'aborder un large éventail de sujets, y compris les sujets traditionnellement "difficiles" comme les langues. Le modèle de langue du français a recueilli l'une des réponses les plus faibles, mais a quand même évolué de 5 (pas du tout confiant) à 3 (assez confiant). Cela souligne la souplesse de la technologie et sa large palette de domaines d'application.

### 3.1.2 Evaluer l'expérience

En moyenne, les élèves ont estimé que l'expérience de RV était "très satisfaisante" à "satisfaisante". Ce qui souligne l'élément ludique de l'apprentissage de RV. Alors que de nombreux élèves peuvent trouver les méthodes d'apprentissage traditionnelles ennuyeuses et pas particulièrement stimulantes, les matériaux d'apprentissage de RV réclament la contribution et la participation constantes de l'élève, mais retiennent aussi l'attention et suscitent la motivation, sollicitant ainsi davantage la personne qui apprend.

Question	# Réponses	Moyenne	Ecart type	Médiane
Comment estimez-vous votre expérience?	164	1.7	1.0	2

1 = extrêmement agréable; 2 = satisfaisante; 3 = désagréable

### 3.1.3 Une comparaison entre les élèves ougandais et les élèves sud-africains

- Les élèves des deux pays ont montré des niveaux analogues de confiance Pré et Post RV.
- Les élèves sud-africains ont eu plus de difficultés (91% des personnes interrogées) que les élèves ougandais (72% des personnes interrogées) avec les sujets concernés.

L'expérience d'apprentissage de la RV chez les personnes qui apprennent diffère peu d'un pays africain à l'autre, ce qui indique la possibilité et l'utilité d'un partage accru des modèles de RV à l'intérieur de l'Afrique.

## 3.2 Les résultats - Démonstration post RV : Evaluation par les enseignants du logiciel de RV

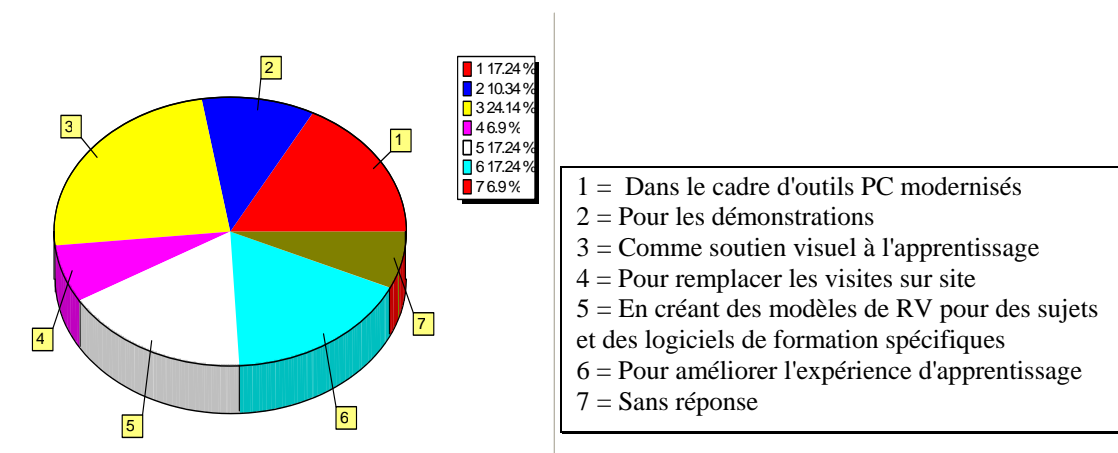
On a demandé aux enseignants d'évaluer le logiciel de RV, la leçon de RV et leur expérience de l'utilisation de la RV comme outil d'enseignement.

- Les professeurs ont classé la facilité d'utilisation, la configuration, le contenu scolaire et la réalisation des objectifs d'apprentissage de "bons" à "excellents".

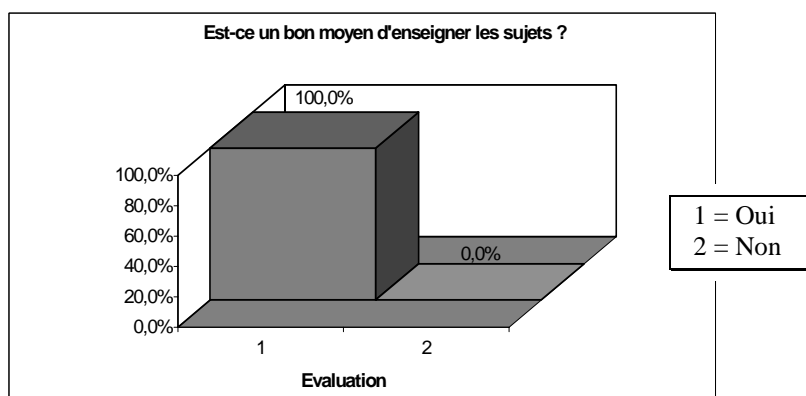
Question :	Nombre	Moyenne	Ecart type	Médiane
<i>Comment évalueriez-vous :</i>				
A.1 La facilité d'utilisation	31	7.9	1.6	8
A.2 La configuration	31	8.6	1.5	9
A.3 Le contenu scolaire	30	8.1	1.4	9
A.4 La réalisation des objectifs d'apprentissage	30	8.7	1.3	9

Classé de 1 = faible à 10 = excellent

- Toutes les personnes interrogées ont indiqué que la RV pouvait être utilisée dans le cadre de leurs cours ou de leurs leçons. Le graphique circulaire ci-dessous montre comment on pourrait répartir cette utilisation :



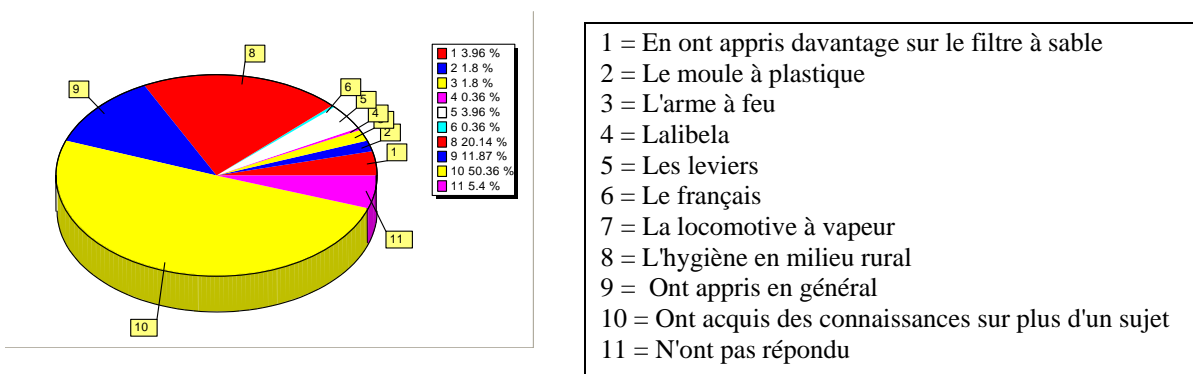
- Tous les enseignants interrogés (100%) ont aussi indiqué que c'était un bon moyen d'enseigner le matériau du sujet.



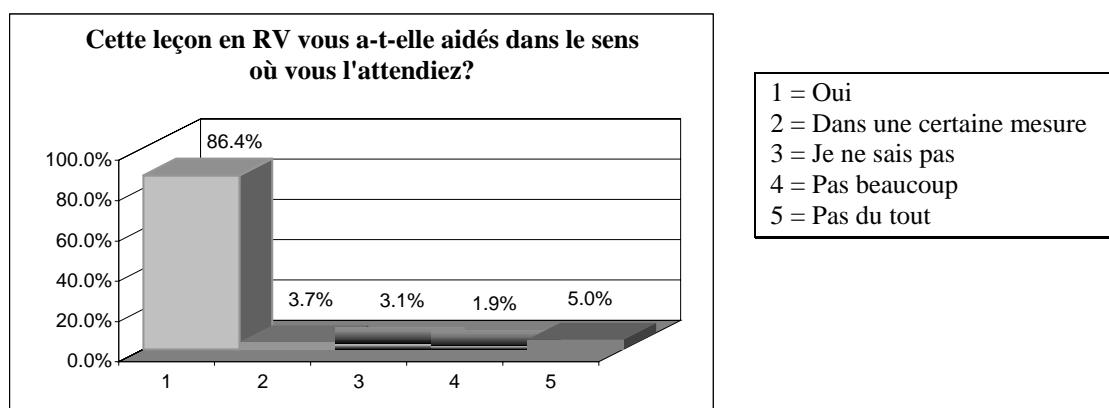
### 3.3 Résultats - Démonstration post RV : Expérience d'apprentissage des élèves

#### 3.3.1 Opinions sur la portée et la valeur des connaissances acquises à partir de la démonstration

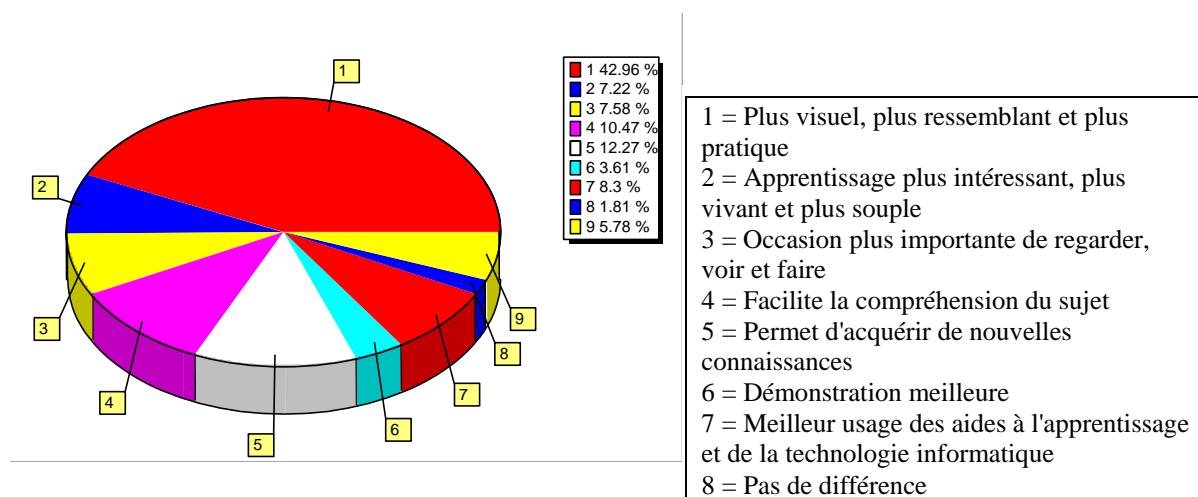
- Globalement, 50% des élèves ont acquis des connaissances sur plus d'un sujet. Il est intéressant de noter que 27% d'entre eux ont indiqué que le sujet le plus important sur lequel ils avaient acquis des connaissances était l'Hygiène en milieu rural, même si la moitié ont indiqué qu'ils avaient acquis des connaissances sur plus d'un sujet.



- 86% des élèves ont dit que la leçon en RV les avait aidés dans le sens où ils l'attendaient.



- 43% des élèves ont dit que les leçons de RV étaient plus pratiques, plus ressemblantes et plus visuelles que les leçons normales. Une autre moitié des personnes interrogées a cité d'autres avantages de l'apprentissage avec RV (catégories 2-7). Seulement 2% ont dit que que la RV ne changeait rien.



### 3.3.2 Une comparaison entre les élèves ougandais et les élèves sud-africains

- On notera avec intérêt que 42% des élèves africains ont estimé que le modèle de RV de l'hygiène en milieu rural leur avait apporté l'expérience d'apprentissage la plus importante. 30% des élèves sud-africains et 62% des élèves ougandais ont acquis des connaissances sur plus d'un sujet.
- 85% des élèves ougandais et 87% des élèves sud-africains ont dit que la leçon de RV les avait aidés dans le sens où ils l'attendaient.
- 46% des élèves ougandais et 38% des élèves sud-africains ont dit que les leçons de RV étaient plus pratiques, plus ressemblantes et plus visuelles que les leçons normales, qu'ils avaient acquis de nouvelles connaissances, que c'était une meilleure démonstration du sujet; et enfin, qu'on faisait un meilleur usage des aides à l'apprentissage et de la technologie informatique.
- 36% des élèves sud-africains avaient encore des difficultés avec un sujet après les leçons de RV et 18% avaient encore des difficultés avec deux sujets. 18% des élèves n'avaient aucune difficulté après les leçons. En Ouganda, seulement 29% avaient encore des difficultés avec un sujet tandis que 20% avaient des difficultés avec deux sujets. 13% des élèves ougandais n'avaient aucune difficulté.

### 3.4 L'évaluation des leçons de RV par les étudiants

#### 3.4.1 La qualité globale de la leçon de RV

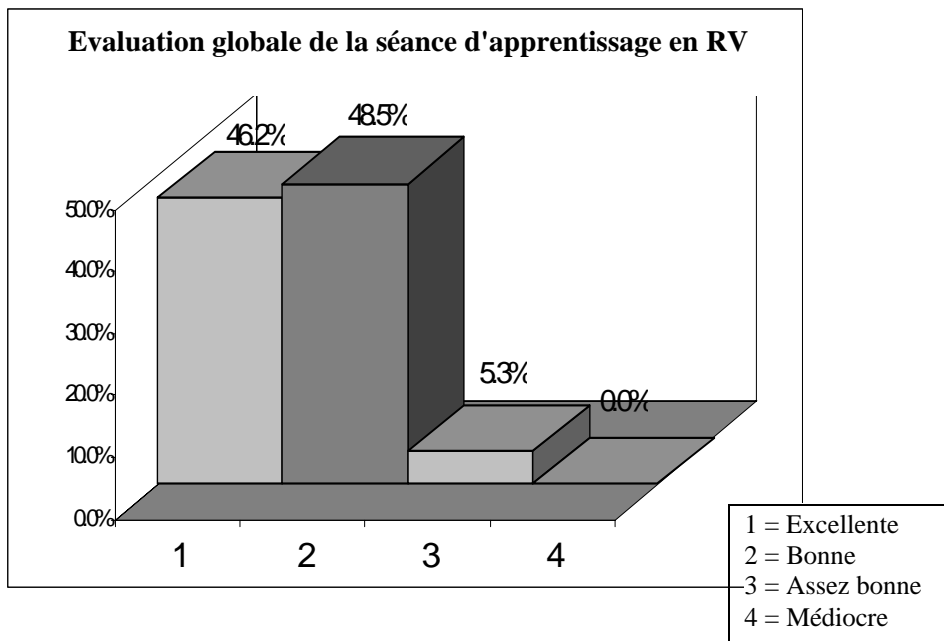
- On a demandé aux élèves d'évaluer les leçons de RV par rapport aux critères suivants.

Questions	# de réponses	Moyenne	Ecart type	Médiane
C1.1 - Les effets visuels informatiques rendent l'apprentissage plus facile	256	1.3	0.5	1
C1.2 - Je comprends mieux avec les effets visuels informatiques	255	1.8	0.9	2
C1.3 - Je comprends mieux sans les effets visuels informatiques	245	3.9	1.1	4
C1.4 - C'est l'explication du professeur qui me fait comprendre	239	2.4	1.0	2
C1.5 - Les effets visuels informatiques rendent l'apprentissage plus agréable	245	1.4	0.8	1
C1.6 - Les effets visuels informatiques compliquent le processus d'apprentissage	231	3.8	1.4	4
C1.7 - Les effets visuels informatiques m'aident à me souvenir de ce que j'ai appris	244	1.7	1.0	1
C1.8 - La séance de RV ne peut pas m'aider à réviser le sujet	242	4.0	1.2	4
C1.9 - Cette séance de RV est bien adaptée au reste de mes leçons	236	2.0	1.0	2
C1.10 - Si l'occasion se présentait, je souhaiterais bénéficier d'une autre séance de RV	250	1.4	0.9	1

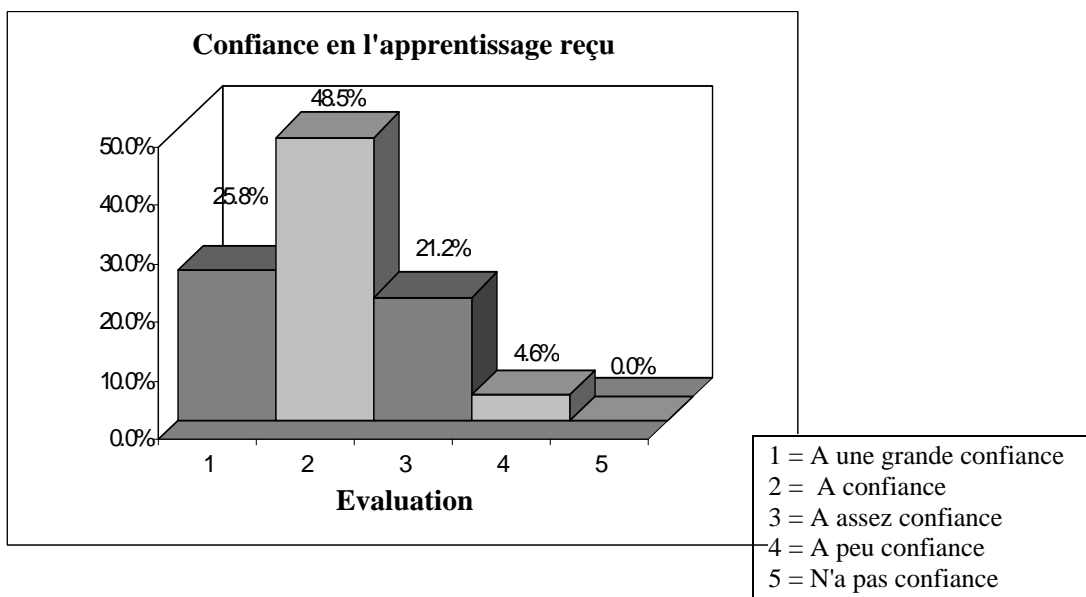
Evaluation : 1 = tout à fait d'accord, 2 = d'accord, 3 = neutre, 4 = pas d'accord, 5 = pas du tout d'accord

Les réponses ci-dessus parlent d'elles-mêmes. Il faut noter que, dans les dix questions, il y en a trois destinées à détecter les réponses contradictoires (C1.3; C1.6; et C1.8) ; elles avaient pour but de vérifier si, en raison d'une moins bonne compréhension de l'anglais ou d'un manque d'attention, le caractère contradictoire de ces questions ne serait pas perçu, notamment par les plus jeunes élèves. Le fait que le sens contradictoire ait été saisi et qu'il y ait été répondu en conséquence confirme encore le résultat, et reflète les efforts faits par les personnes interrogées.

- On a demandé aux élèves de faire une évaluation globale de la leçon de RV.



- Les élèves ont également évalué la leçon par rapport à l'apprentissage reçu.



### 3.4.2 Une comparaison entre les élèves ougandais et les élèves sud-africains

- Les élèves ougandais et les élèves sud-africains ont répondu de façon similaire. La réaction globale vis-à-vis de la leçon en RV a été très positive.
- La majorité des élèves des deux pays a évalué la leçon de RV en la qualifiant de bonne à excellente.
- En Afrique du Sud, 32% des élèves avaient une grande confiance après la leçon de RV, tandis que 50% avaient confiance dans les concepts appris. En Ouganda, 21% des élèves avaient une grande confiance après la leçon de RV et 48 % avaient confiance dans les concepts appris.

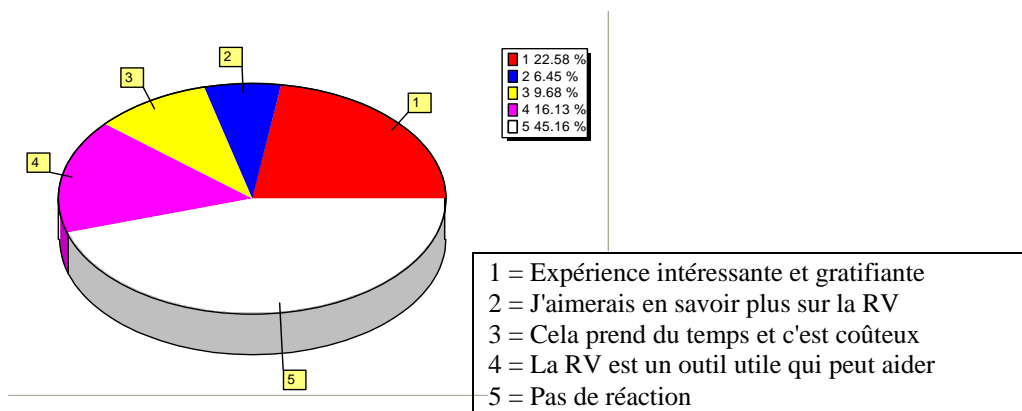
### 3.5 L'évaluation des leçons de RV par les enseignants

On a demandé aux enseignants d'évaluer la qualité globale de la leçon de RV en utilisant un certain nombre de critères comme on le voit dans le tableau suivant :

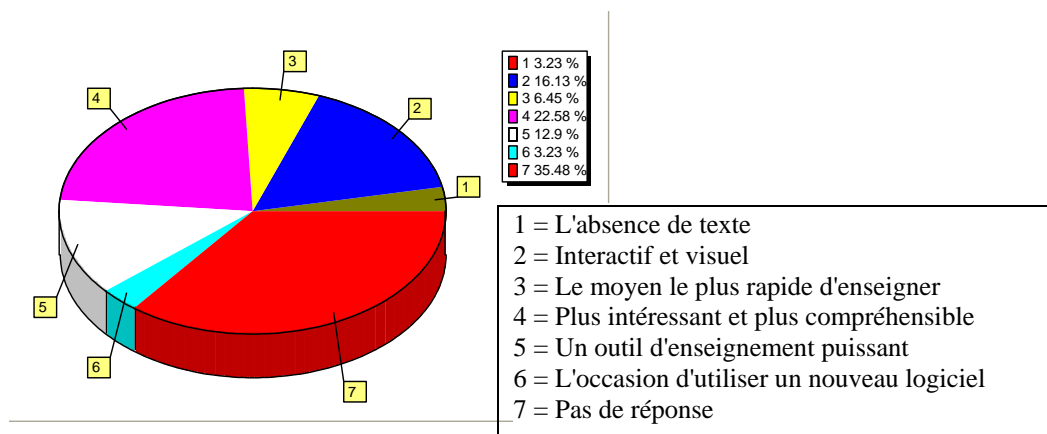
Questions	# de réponses	Moyenne	Ecart type	Médiane
B1 - La préparation de cette leçon de RV était facile	28	2.8	1.3	2.5
B2 - J'ai confiance dans l'utilisation de cette méthode d'enseignement	28	2.0	1.1	2.0
B3 - Mes élèves ont aimé la leçon de RV	28	1.8	1.1	2.0
B4 - Le matériau a été stimulant pour mes élèves	27	2.7	1.3	3.0
B5 - En utilisant la RV, le temps d'enseignement a été inférieur à celui de mes cours normaux	25	2.2	1.0	2.0
B6 - La RV peut être utile pour les élèves qui ont des difficultés avec les sujets	29	1.6	0.9	1.0
B7 - Il est facile d'intégrer la leçon de RV dans mon cours	28	1.9	0.9	2.0
B8 - La séance de RV peut aider à la révision des sujets	28	1.6	1.0	1.0
B9 - Ce logiciel peut être utilisé dans plus d'un cours	28	1.6	0.8	1.0
B10 - J'aimerais utiliser la RV plus souvent	29	1.8	0.9	2.0
B11 - Les leçons de RV sont trop coûteuses	26	2.3	1.3	2.0

Appréciation : 1 = Tout à fait d'accord, 2 = D'accord, 3 = Neutre, 4 = Pas d'accord, 5 = Pas du tout d'accord

- On a également demandé aux enseignants de commenter personnellement leur expérience d'apprentissage avec la RV.



- On a ensuite demandé aux enseignants de souligner (toujours personnellement) le meilleur aspect de la leçon.



## 4. RESUME DES RESULTATS DE L'ETUDE

Cette partie souligne les conclusions les plus importantes à tirer sur la base des données disponibles à la fois pour les élèves et les enseignants.

### 4.1 Evaluation de la leçon de RV par les élèves

Les élèves ont estimé que les visuels informatiques rendaient le sujet plus facile à comprendre, l'apprentissage plus facile, plus agréable, bien adapté aux autres leçons et qu'il aidait à la révision des sujets. De plus, près de 95% des élèves ont apprécié les leçons de RV de "bonnes" à "excellentes".

### 4.2 Evaluation de la leçon de RV par les enseignants

Globalement, les enseignants ont eu confiance dans la RV en tant qu'outil d'enseignement efficace pouvant être intégré dans les cours. Tous les enseignants ont estimé que la RV offrait un bon moyen d'enseigner les sujets concernés.

Les enseignants et les élèves ont été d'accord pour trouver que les leçons de VR étaient agréables, qu'elles étaient faciles à intégrer dans les cours et qu'elles pouvaient aider à la révision des sujets. 74% des élèves ont estimé "avoir confiance" à "avoir une grande confiance" dans l'apprentissage reçu. Les deux groupes ont également été d'accord sur le fait que le logiciel pouvait être utilisé dans plus d'un cours. 50% des élèves ont acquis des connaissances sur plus d'un sujet.

Certains ont signalé que les coûts de logiciel et de matériel et la préparation de la leçon risquaient de poser un problème. Cela peut être dû à un manque d'ordinateurs dans les écoles et à la prévision du coût que représenterait le redressement de la situation.

Quant à la préparation de la leçon, on peut s'attendre à un temps d'adaptation initial pour les enseignants à mesure qu'ils adopteront la RV comme outil d'enseignement (l'expérience acquise dans des projets précédents menés en Ouganda avec la Commission nationale de l'UNESCO montre qu'il y a des moyens de surmonter cet obstacle de départ).

### 4.3 Evaluation du logiciel de RV

Les enseignants ont évalué la facilité d'utilisation, la configuration, le contenu scolaire et la réalisation des objectifs d'apprentissage en les qualifiant de "bon" à "excellent". Cela correspond aux réponses des élèves, dont 95% ont évalué la séance de RV de "bonne" à "excellente".

Là encore, il y a une corrélation étroite entre l'expérience des enseignants et celle des élèves. Les trois principaux besoins mis en évidence ont été :

1. Le manque d'équipement informatique
  2. Des instructions/un enseignement clairs
  3. Une formation.
- 19% des élèves et des enseignants ont indiqué qu'il fallait de meilleurs, équipements, logiciels, etc. ;
  - 19% des élèves et des enseignants ont dit qu'il fallait plus de leçons, de pratique et de formation ;
  - 23% des enseignants et 14% des élèves voulaient des instructions, des directives et un enseignement plus clairs.

Il y a un besoin évident d'ordinateurs supplémentaires dans les écoles, qui est étroitement lié à la pénurie apparente d'ordinateurs déjà mentionnée.

Plus de 24% des enseignants ont estimé que la RV pouvait être utilisée comme aide visuelle à l'enseignement. Ceci correspond à la réponse des élèves dans laquelle 44% d'entre eux ont estimé que la RV était plus visuelle, ressemblante et pratique que les leçons normales.

17% ont souligné l'importance d'intégrer l'acquisition et l'installation de logiciel de RV dans la modernisation des équipements informatiques.

D'autres aspects ont été mis en évidence dont la conviction que la RV pouvait améliorer l'expérience d'apprentissage (17% des personnes interrogées) et qu'on devrait créer des modèles de RV pour des sujets spécifiques (encore 17% des personnes interrogées).

Tous les enseignants (100%) ont estimé que la RV était une bonne manière d'apprendre les sujets concernés. 86% des élèves ont dit que la leçon en RV les avait aidés dans le sens où ils l'attendaient.

#### **4.4 L'expérience des enseignants par rapport à la RV**

L'expérience globale a été positive, plus de 40% des enseignants ayant estimé la RV intéressante, gratifiante et utile à leur enseignement, même s'il a été abondamment signalé que les coûts perçus mis en jeu dans l'acquisition d'un matériel informatique et dans le développement de modèles de RV étaient pour certains trop élevés.

Il ressort pour près de 40% des enseignants que les leçons de RV ont été plus intéressantes, plus compréhensibles, plus visuelles et plus interactives. Ceci corrobore l'opinion de 44% des élèves qui ont estimé les aspects visuels, ressemblants et pratiques comme étant les différences majeures avec les leçons normales.

Toutefois, 26% des enseignants ont estimé que la RV était d'un apprentissage complexe. Ce qui indiquerait qu'il y a un temps d'adaptation à prendre en compte, notamment dans la communauté enseignante.

A la fois les enseignants (16%) et les élèves (19%) ont dit qu'ils avaient besoin d'une meilleure formation pour utiliser les modèles de RV afin d'améliorer leur expérience de la RV.

10% des enseignants ont estimé que les modèles de RV devraient utiliser davantage les langues africaines. Il est évident que le contenu africain développé localement devra satisfaire les besoins linguistiques des étudiants.

#### **4.5 Conclusion**

Cette étude sur le terrain a confirmé les résultats de nos précédentes recherches théoriques, qui figurent dans la première partie de ce rapport.

Les données analysées et représentées dans ce rapport confirment les résultats précédents : la RV est un nouvel outil éducatif puissant. Les réponses des enseignants, comme des élèves, montrent que le processus d'apprentissage peut être grandement amélioré par l'utilisation de matériaux d'apprentissage de RV.

Tous les enseignants ont trouvé que la RV était un bon moyen d'enseignement et la plupart des enseignants ont indiqué qu'ils pourraient intégrer la RV à leurs leçons.

La majorité des élèves ont tiré profit du pouvoir visuel et interactif de cette technologie, qui les a rendus plus confiants par rapport aux sujets concernés. Ceci est très encourageant, étant donné l'exposition assez brève à chaque modèle de RV, et souligne la rapidité et la facilité de l'apprentissage associé à la RV.

Il y a aussi des obstacles à la mise en place de cette technologie en Afrique. Un des problèmes qui ressort clairement de l'étude tient au manque d'équipement informatique dans de nombreuses écoles. Il est évident qu'il faut résoudre la pénurie de matériel et de logiciel informatiques pour lancer la RV dans les établissements éducatifs.



De plus, en raison des différences entre les méthodes de RV et les méthodes d'enseignement traditionnel, les enseignants sont confrontés à un temps d'adaptation vis-à-vis de l'utilisation de cette technologie.

Enfin, on ne saurait trop insister sur l'importance de disposer d'un matériel de RV africain dans les langues africaines locales. Libérer la totalité du potentiel de la RV dans l'éducation africaine exige un contenu développé localement.

**ANNEXE 1 - ANALYSES STATISTIQUES - ENSEIGNANTS SEULEMENT**

**Partie A : Evaluation du logiciel de RV (les questions sont numérotées comme sur le questionnaire)**

**1. Comment évalueriez-vous les progiciels de RV par rapport à :**

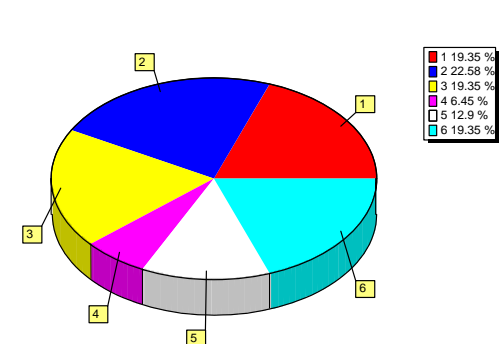
*Evalué de 1 = Médiocre à 10 = Excellent*

Question :	Nombre	Moyenne	Ecart type	Médiane
A1. La facilité d'utilisation	31	7.9	1.6	8
A2. La configuration	31	8.6	1.5	9
A3. Le contenu scolaire	30	8.1	1.4	9
A4. La réalisation des objectifs d'apprentissage	30	8.7	1.3	9

- La valeur moyenne représente la valeur moyenne obtenue pour la réponse spécifique.
- L'écart type indique la proximité du groupement des valeurs autour de la moyenne.
- La médiane représente la valeur moyenne.
  - Si la médiane est inférieure à la moyenne, cela indique que la plupart des valeurs sont inférieures à la moyenne et que quelques valeurs sont très supérieures à la moyenne.
  - Si la médiane est supérieure à la moyenne cela indique que la plupart des valeurs sont supérieures à la moyenne et que quelques valeurs sont très inférieures à la moyenne.

**2. Quel type d'aide supplémentaire serait nécessaire pour que les élèves puissent travailler avec le logiciel par eux-mêmes ?**

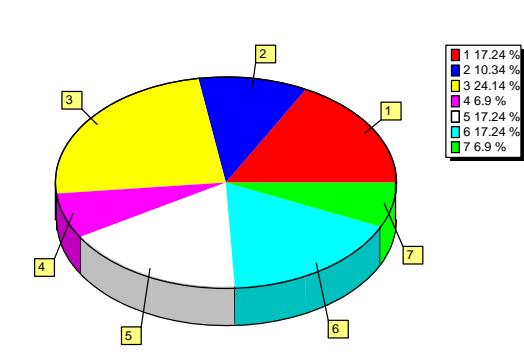
- 1 = La fourniture de matériel, logiciel et périphériques informatiques
- 2 = La fourniture d'instructions, de directives et d'explications claires
- 3 = L'apport d'une formation plus poussée
- 4 = Une explication de la pertinence de la RV par rapport à l'apprentissage
- 5 = Pas de réponse
- 6 = Un matériau de référence plus abondant



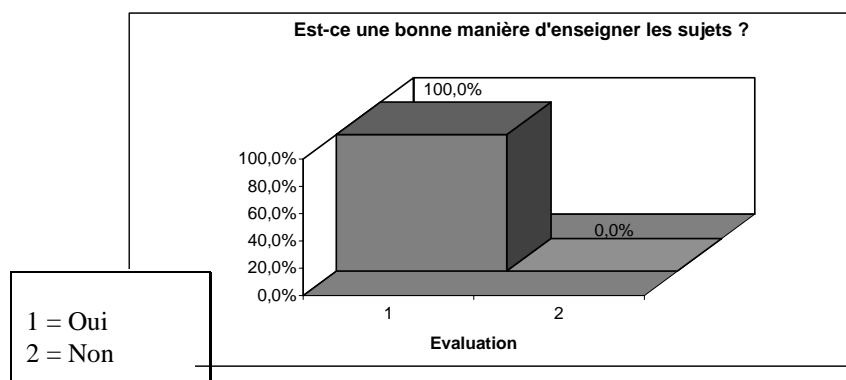
**3. Ce logiciel de RV pourrait-il être utilisé dans le cadre de vos cours/leçons et si oui, comment ?**

Les 32 personnes interrogées ont indiqué que la RV pourrait être utilisée dans le cadre de leurs cours ou leçons. Le graphique ci-dessous montre dans quelles circonstances.

- 1 = Comme élément d'un équipement PC modernisé
- 2 = Pour des démonstrations
- 3 = Comme aide visuelle à l'apprentissage
- 4 = A la place de visites sur le site
- 5 = En créant des modèles de RV pour des sujets et des logiciels de formation spécifiques
- 6 = Pour améliorer l'expérience d'apprentissage



#### 4. Est-ce une bonne manière d'enseigner les sujets ?



### Partie B : Sur la leçon de RV

#### 1. Dans quelle mesure êtes-vous d'accord avec les commentaires sur la leçon de RV ?

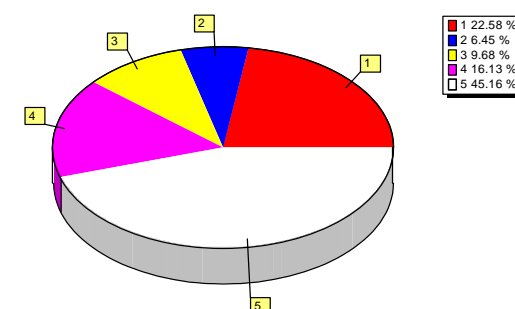
Questions	# de Réponses	Moyenne	Ecart type	Médiane
B1 - La préparation de cette leçon de RV était facile	28	2.8	1.3	2.5
B2 - J'ai confiance en l'utilisation de cette méthode d'enseignement	28	2.0	1.1	2.0
B3 - Mes élèves ont aimé la leçon de RV	28	1.8	1.1	2.0
B4 - Le matériau était stimulant pour mes élèves	27	2.7	1.3	3.0
B5 - Le temps d'enseignement dans l'utilisation de la RV a été inférieur à celui de mes leçons normales	25	2.2	1.0	2.0
B6 - La RV peut être utile pour des étudiants ayant des difficultés avec les sujets	29	1.6	0.9	1.0
B7 - Il est facile d'intégrer la leçon de RV dans mon cours	28	1.9	0.9	2.0
B8 - La séance de RV peut aider à la révision des sujets	28	1.6	1.0	1.0
B9 - Ce logiciel peut être utilisé dans plus d'un cours	28	1.6	0.8	1.0
B10 - J'aimerais utiliser ce logiciel plus souvent	29	1.8	0.9	2.0
B11 - Les leçons de RV sont trop coûteuses	26	2.3	1.3	2.0

Évaluation : 1 = Tout à fait d'accord, 2 = D'accord, 3 = Neutre, 4 = Pas d'accord, 5 = Pas du tout d'accord

### Partie C : L'expérience de l'enseignant par rapport à l'utilisation de la RV

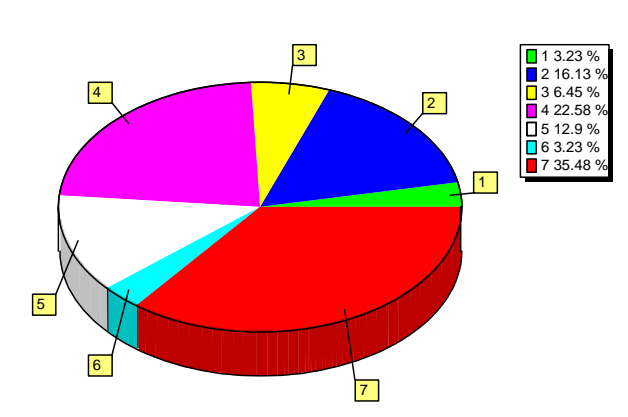
#### 1. Commentez votre expérience d'enseignement avec la RV

1 = Une expérience intéressante et gratifiante  
 2 = J'aimerais en apprendre plus sur la RV  
 3 = Cela prend du temps et cela coûte cher  
 4 = La RV est un outil utile qui peut aider  
 5 = Pas de réactions



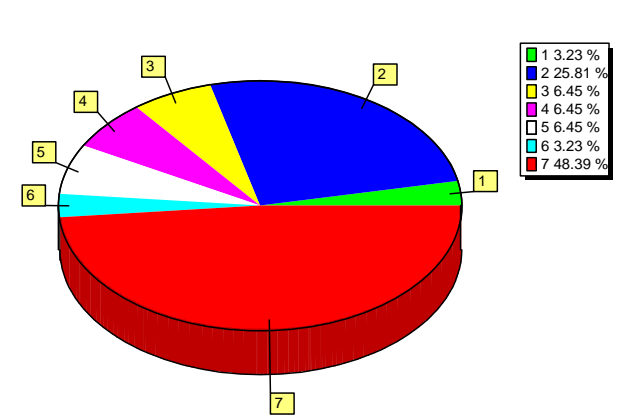
**2. En quoi vous a-t-elle plu ?**

- 1 = Pas de texte
- 2 = Interactive et visuelle
- 3 = Un moyen plus rapide d'enseignement
- 4 = Plus intéressante et compréhensible
- 5 = Un outil d'enseignement puissant
- 6 = L'occasion d'utiliser un nouveau logiciel
- 7 = Sans réponse



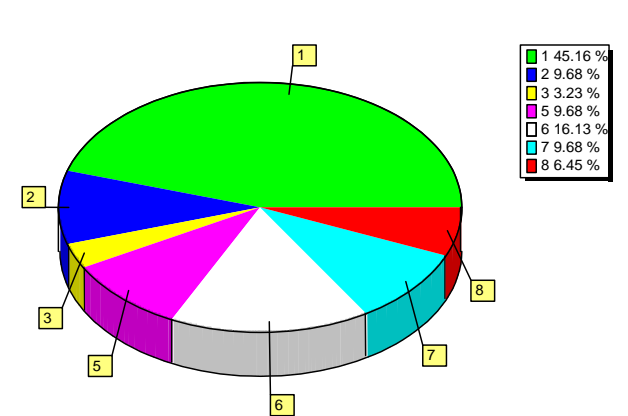
**3. En quoi vous a-t-elle déplu ?**

- 1 = En rien
- 2 = C'est difficile d'apprendre à l'utiliser
- 3 = Réclame un équipement informatique spécial
- 4 = Pourrait décourager l'expérimentation dans la vie réelle
- 5 = Technologie n'ayant pas fait ses preuves
- 6 = Les modèles de RV devraient être plus africains



**4. Comment peut-on l'améliorer ?**

- 1 = Pas de suggestions
- 2 = Rendre les modèles moins complexes
- 3 = Utiliser davantage les bandes vidéo
- 4 = Inclure plus de contenu africain
- 5 = Utiliser davantage les langues africaines
- 6 = Une meilleure formation pour utiliser les modèles de RV
- 7 = Associer la théorie à l'apprentissage en RV
- 8 = Fournir un logiciel de RV



**Partie D : Evaluation du travail de l'élève par l'enseignant**

Aucune des 32 personnes interrogées n'a donné d'évaluations de l'apprentissage et des performances des élèves par rapport aux sujets traités.

**Partie E : Sur vous-même (Statistiques démographiques)**

**Quel âge avez-vous?**

1 = 20 à 24	14 %
2 = 25 à 34	40 %
3 = 35 à 44	30 %
4 = 45 à 54	8 %
5 = au-dessus de 55	8 %

**Quel est votre formation en RV?**

1 = approfondie	0 %
2 = correcte	15 %
3 = très limitée	26 %
4 = aucune	59 %

**Sexe**

Masculin	81 %
Féminin	19 %

**Combien d'années d'expérience d'enseignement avez-vous?**

Nombre moyen d'années	7,2 ans
Médiane	5 ans