

SIMPA : une plate-forme de formation au poste de travail intégrant des tuteurs informatiques

Laurent Duquesnoy^{1,2}, Jean-Luc Berger¹, Patrick Prévôt², Françoise Sandoz-Guermond²

¹ Cellule multimédia – THALES ELECTRON DEVICES / Unité Tubes Intensificateurs d'image et de Visualisation,
Z.I. Centr'alp, 38430 Moirans, France
{laurent.duquesnoy, jean-luc.berger}@thales-electrondevices.com

² Laboratoire Interaction Collaborative, Téléformation, Téléactivités (ICTT), Bâtiment Léonard de Vinci,
21 avenue Jean Capelle, 69621 Villeurbanne Cedex, France
{prevot, sandoz}@gprhp.insa-lyon.fr

1. Introduction :

Comme beaucoup d'entreprises de haute technologie, le site de Moirans de Thales Electron Devices (TED/TIV) est aujourd'hui confronté à l'enjeu majeur de la transmission du savoir, condition de la pérennité de l'entreprise. À cela quatre raisons principales :

- la mise en place dès 1998 d'une **organisation du travail en équipes autonomes**, caractérisée par des besoins de formation à la polyvalence dans les ateliers de production,
- un contexte de **Réduction du Temps de Travail**, avec la mise en place des 35 heures de travail hebdomadaire,
- l'**évolution de la pyramide des âges**, avec l'émergence d'une population jeune côtoyant une population vieillissante,
- la **formation des intérimaires**, de plus en plus sollicités pour absorber des accroissements ponctuels de charge ; elle doit être rapide et efficace.

Dans le domaine des formations d'opérateurs à leur poste de travail sur le site de Moirans, nous avons déjà apporté une réponse méthodologique à ces besoins, à travers la structuration des contenus, la personnalisation des parcours pédagogiques, et l'alternance pratique / théorie dans l'organisation de nos actions de formation [DUQ 00]. En ce qui concerne l'évaluation des formations, nous avons développé un « SEAMI » (Système d'Évaluation de l'Apprenant Multimédia et Interactif) ; sa conception a bénéficié de recommandations issues d'une Analyse en Composantes Principales faite à partir d'une double expérimentation de l'outil [DUQ 01]. Il est apparu lors de ces expérimentations que le SEAMI pouvait dépasser son rôle de révélateur de compétences ; c'est aussi un outil d'apprentissage en puissance, suivant le modèle de la pédagogie par l'action. Cependant, il conservait de grosses lacunes :

- sa structure pédagogique était trop rigide : modalité unique des QCM textuels illustrés de vidéos ;
- il n'était pas envisageable de l'utiliser en auto-formation : pas d'aide ou de médiation aboutie ;
- il ne contenait pas d'espace documentaire autre que les 4 vidéos proposées ;
- il n'offrait pas de cohérence avec un parcours pédagogique personnalisé (contrat pédagogique, objectifs formalisés).

Cet article présente la démarche de conception et l'aboutissement d'un modèle amélioré de SEAMI adapté à l'apprentissage ; nous l'avons baptisé **SIMPA : Support Interactif Médiatisé et Personnalisable pour l'Apprentissage**. Les soutènements théoriques et la mise en pratique de notre modèle de médiation informatique intégrée seront décrits, sur l'idée simplifiée des Agents Intelligents. Nous calquerons notre exposé sur le déroulement du projet conduit selon la méthode « Six Sigma » qui nous a guidé dans cette démarche.

2. La démarche « Six Sigma » :

Le développement de SIMPA a été traité de bout en bout à travers un projet « Six Sigma »¹ (Le terme « sigma » désigne une unité de mesure statistique qui est le reflet de la capacité d'un processus. Dans l'idéal, une capacité de 6 sigma assure un niveau de conformité de 99.99966 %). Cette méthode concerne le développement et l'optimisation de processus industriel. C'est une véritable méthodologie de mise en oeuvre en projet, qui fait le lien entre une philosophie de la qualité (faire bien, du premier coup, pour le client) et des outils qualité et d'analyses statistiques. Centrée sur la mesure, son souci permanent est la satisfaction du besoin client, par la prise en compte de toutes ses exigences dans les spécifications du produit ou du processus [PIL 01]. Les étapes successives d'un projet « Six Sigma » consistant à développer un nouveau produit sont les suivantes :

- « **Définir** » : Mise en évidence du besoin ; définition des objectifs, du périmètre et du planning du projet. *Revue R0*
- « **Mesurer** » : Transcrire la voix du client en terme de besoins critiques ; hiérarchisation et établissement de spécifications pour ces besoins ; définir des moyens pour les mesurer. *Revue R1*
- « **Analyser** » : Design global du produit ; estimation de sa capacité. *Revue R2*
- « **Concevoir** » : Réalisation des tâches de conception détaillée ; Analyse des risques d'échec ; Plan de test en situation. *Revue R3*
- « **Vérifier** » : Vérification de la robustesse du produit ; Plan de transfert du produit ; leçons à tirer du projet. *Revue R4*

Toutes ces étapes donnent lieu à des revues de validation (en présence des clients pour les revues R0, R2 et R4), pour lesquelles une liste de fournitures est attendue. Dans notre cas, à la lumière des lacunes de SEAMI, l'étape « Définir » a consisté à identifier les besoins d'un nouveau produit multimédia de formation. Détaillons nos travaux selon les étapes de la démarche « Six Sigma ».

3. Prise en compte des besoins clients (étape « Mesurer ») :

Le projet a démarré sur ces 2 besoins ressentis :

- besoin de supports de formation au poste de travail à **fort contenu pédagogique** destinés aux personnes du terrain,
- besoin d'**outils de mesure de compétences et de traçabilité des actions de formation** pour gérer les grilles de polyvalence (fiche résumant les compétences nominatives disponible dans chaque atelier), dans le cadre du système d'Assurance Qualité ISO 9001.

Transcrire la voix du client :

Nous avons 3 types de clients : les apprenants, les formateurs et les managers, qui sont les pilotes et les décideurs de nos actions de formation. Pour identifier leurs besoins, la méthode demande d'en sélectionner un panel (nous avons choisi 10 interlocuteurs pour chaque type de client), de les interroger, puis de regrouper et ordonner leurs besoins spécifiques. On construit alors pour chaque type de client une matrice QFD (Quality Function Deployment), également appelée « **Maison de la Qualité** », dans laquelle il est obligatoire de définir une fonctionnalité pour chaque besoin critique du client [BRE 99]. Les fonctionnalités sont classées dans un Pareto (classement par valeurs décroissantes, voir figure 2) selon leur poids respectif, calculé en multipliant leur importance globale par un indice estimé de difficulté de réalisation (entre 1 et 5). L'exploitation de la matrice QFD **structure la démarche de conception** en donnant un tableau de marche sur l'ordre des opérations. De notre analyse globale des besoins résulte une fonctionnalité prépondérante F1, qui constitue le fondement de SIMPA : la fonction de **médiation intégrée informatiquement** (poids de 1005 pour un poids total de 4170 pour 21 fonctionnalités).

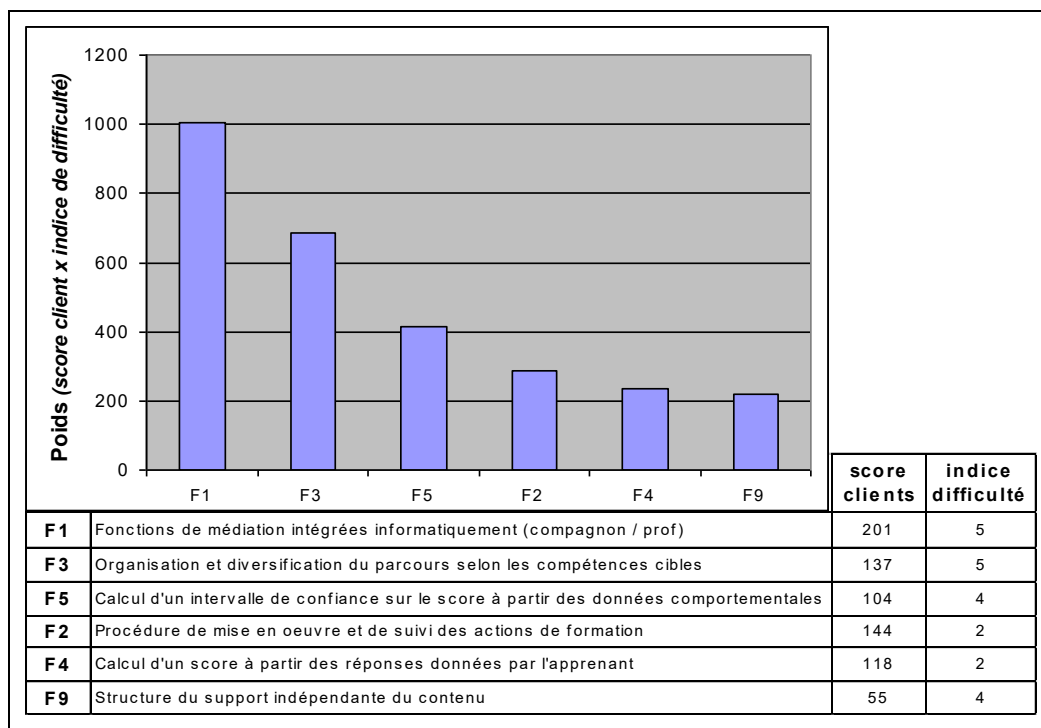


Figure 2. Le Pareto des six fonctionnalités prioritaires (sur 21)

Grâce à la revue R1, on identifie d'une part les difficultés de réalisation. Nous devons dans notre cas tenir compte de 2 aspects *a priori* incompatibles :

- développer des fonctions de médiation intégrées informatiquement tout en garantissant une **structure du support indépendante du contenu**
- diversifier les modes d'activités pédagogiques proposées tout en autorisant un **usage du produit en autonomie par les apprenants**

D'autre part, nous décelons très tôt dans la phase de conception les points essentiels de la satisfaction future des clients, et donc de la réussite du projet. Cela se traduit naturellement par la mise en place d'indicateurs de satisfaction client, élaborés en fin d'étape.

La satisfaction des clients :

Trois axes de satisfaction client apparaissent :

- **Réponse aux besoins spécifiques** : nous proposons à chaque client un questionnaire portant sur ses 5 besoins principaux
- **Efficacité du résultat** : nous organisons une réunion bilan convoquée par suivi automatique après quelques semaines de mise en pratique terrain ; elle se traduit par une validation concertée des compétences entre tous les acteurs de la formation
- **Réduction du temps du formateur** : nous vérifions que son temps global de présence n'excède pas 50% de la durée de la formation.

4. Les fondements théoriques de SIMPA (étape « Analyser ») :

Cette phase est l'occasion de définir les choix majeurs qui vont guider le design du produit.

Un modèle d'autonomie encadrée :

Un des enjeux de SIMPA est de réduire le temps de présence des formateurs terrain (leur charge de travail en tant que support technique étant très forte), en adoptant le modèle tutorial du **briefing-débriefing** [PRE 97] décrit par la figure 3. Concrètement, le formateur quitte la salle de formation après avoir présenté les objectifs et le parcours du jour ; il effectue à son retour un bilan adapté pour chaque apprenant selon son activité tracée durant la phase d'autonomie. Dans notre cas, la première séance de formation est consacrée à la découverte de l'interface : c'est le **galop d'essai** [DUQ 01].

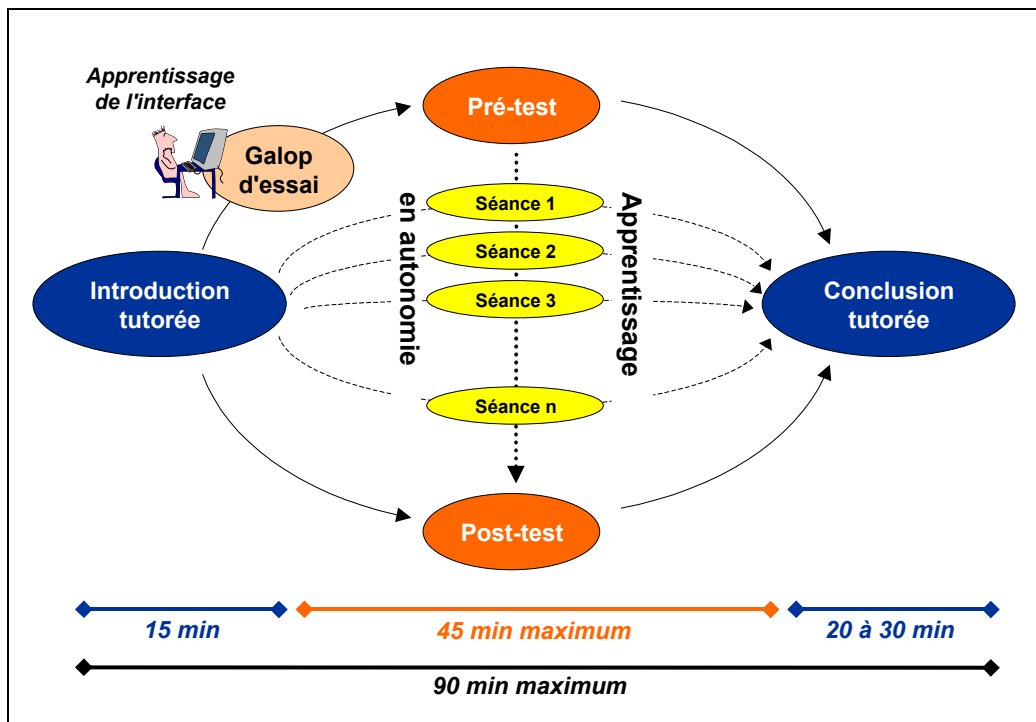


Figure 3. Le modèle du briefing-débriefing

Structure des supports SIMPA :

Le cœur d'une formation de type SIMPA est constitué du carnet de route, personnel à chaque apprenant. On y établit son contrat pédagogique (objectifs pédagogiques, parcours, spécifications éventuelles sur les scores à obtenir, modalités de mise en pratique, procédures d'évaluation). Ce carnet s'enrichit du suivi de chaque action de formation. Grâce à son carnet, l'apprenant navigue, pour chaque compétence cible, dans les livres dédiés aux trois types de savoir (savoir théorique et contextuel, savoir faire conforme et savoir réagir en cas d'aléas) [DUQ 00]. Enfin, un livre est dédié à toutes les ressources documentaires, sous forme textuelles ou multimédia ; ces ressources sont élaborées par l'expert technique du domaine en concertation avec le pédagogue.

La pédagogie par l'action :

Nous privilégions l'activité autonome de l'apprenant ; son parcours, pour chacune des compétences cibles, consiste en une série cohérente d'exercices, appelés **activités pédagogiques**. Il y a un équilibre à respecter dans la difficulté des activités : si elle est trop faible, l'apprenant répond par simple bon sens, sans faire appel aux ressources documentaires, et donc sans forcément appréhender les concepts clés de la formation. A l'inverse, si elle est trop élevée, l'apprenant sera constamment en situation d'échec, et un sentiment de découragement apparaîtra bien vite. Si on ajoute à ces dangers la désorientation possible de l'apprenant au sein de l'environnement d'apprentissage, ou son incompréhension éventuelle du mode d'emploi des activités, on admet sans hésitation la nécessité d'établir une **médiation en l'absence du tuteur humain**.

Les critères de la médiation :

Pour mettre en oeuvre notre fonctionnalité F1, nous nous sommes proposés d'exploiter les travaux du professeur Reuven Feuerstein, et sa pratique du Programme d'Enrichissement Instrumental [FEU 88]. Il définit des fonctions cognitives (par exemple : « le besoin de précision dans la collecte des données », « le besoin de planifier sa conduite ») à activer par le médiateur lors d'un apprentissage. Notre hypothèse de départ est que ces fonctions cognitives sont disponibles chez nos apprenants, mais peu ou mal investies à cause de la nouveauté de la situation ou d'autres paramètres liés à l'environnement ou aux intentions de la personne. Le but de la médiation du tuteur informatique est de solliciter ces fonctions cognitives pour que la tâche proposée puisse être accomplie avec succès. On distingue 3 phases de l'activité mentale de l'apprenant [CAR 95] lors des activités pédagogiques qui lui sont proposées :

- « **J'instruis** » : l'apprenant prend connaissance de l'environnement, de la nature et des données du problème posé
- « **J'élabore** » : l'apprenant met en jeu ses mécanismes cognitifs pour résoudre la difficulté ; cette phase ne se traduit pas forcément par une activité comportementale observable
- « **J'agis** » : l'apprenant déclare sa réponse

Nous désirons nous inspirer des **critères de la médiation** [PEI 90], classés ci-dessous selon 3 types d'intervention pour les adapter informatiquement :

- **Interventions de repérage :**
 - Sur les objectifs pédagogiques
 - Sur la signification de l'apprentissage
 - Sur le parcours et les moyens employés
- **Interventions de régulation :**
 - Maîtrise de l'impulsivité
 - Médiation de la concentration
 - Médiation de l'implication
 - Médiation de la planification (fragmenter la difficulté)
- **Interventions de reconnaissance :**
 - Médiation du sentiment de compétence
 - Médiation de la quête de nouveauté et de complexité
 - Gestion positive des erreurs

5. Conception détaillée (étape « Concevoir ») :

Une bibliothèque d'activités pédagogiques :

Les modules SIMPA sont conçus autour d'une structure fixe de décomposition des savoirs sur laquelle le pédagogue vient greffer, en concertation avec l'expert technique, une collection d'activités pédagogiques adaptées. Elles sont extraites d'une **bibliothèque de modèles**, actuellement composée des **types** suivants :

- Glisser-déplacer des étiquettes (textes, photos, vidéos ou sons) sur des emplacements, de façon :
 - séquentielle (respecter un ordre d'opérations)
 - catégorielle (toutes sortes de classements en plusieurs catégories)
- Répondre directement à un Questionnaire à Choix Multiples (QCM)
- Répondre à un QCM déclenché par un mot clé proposé au clavier
- Compléter une phrase à trous
- Reconstruire un puzzle
- Remplir une grille de mots croisés
- Reconnaître des zones actives sur une image
- Relier par paires
- Valider ou infirmer une assertion
- Extraire les bons éléments d'une liste donnée

Cette liste évolutive nous donne un large champ d'application et de création. A chaque activité sont liés des paramètres utiles au mécanisme de médiation.

Les acteurs de la médiation :

Pour pallier l'absence de tuteur humain en milieu de séance d'apprentissage, nous avons développé **2 tuteurs informatisés : le professeur et le compagnon**. Ce binôme a une double fonction : d'une part dynamiser les interventions des personnages (qui va intervenir ? à quels moments ?) en ménageant des possibilités de dialogue entre eux, et d'autre part révéler pleinement la **dualité du médiateur idéal** : à la fois se mettre à la place de l'apprenant, et le guider dans sa réflexion et son parcours de formation. Ainsi :

- Le **professeur** est à l'image des guides classiques développés dans des environnements d'apprentissage interactif ou dans les CD-ROM éducatifs : il donne le mode d'emploi de chaque activité, et connaissant les solutions, il manifeste sa joie lors des bonnes réponses de l'apprenant.
- Le **compagnon** est le régulateur du comportement de l'apprenant : il s'inspire du modèle pédagogique du « learning companion » [ABO 98]. Il n'a pas la réponse aux exercices, mais dispose toujours de son livre des ressources, accessible en permanence. Très curieux, il ne manque pas de demander au professeur l'utilité de chaque nouvel écran (objectifs pédagogiques).

Ces 2 tuteurs se répartissent les interventions de médiation. Cependant, ce ne sont pas à proprement parler des agents pédagogiques, définis selon Claude Frasson par trois caractéristiques [ALB 00] :

- **adaptation** : l'agent est capable de construire un modèle de l'apprenant ;
- **autonomie** : l'agent prend des décisions sur la base de ses connaissances ;
- **mobilité** : l'agent peut élargir son espace de recherche sur Internet par exemple, dialoguer avec d'autres agents pour rechercher des informations manquantes.

Si ces tuteurs ne peuvent être qualifiés d' « intelligents » [BRU 97, STE 00], ils ont néanmoins les fonctions suivantes :

- **Une attention permanente aux actions de l'apprenant** : les yeux des tuteurs suivent les trajets de la souris, ils apportent conseils et informations sur des zones actives de l'écran ou sur l'activité pédagogique en cours.
- **Une diversité des expressions faciales** : les tuteurs sont immobiles (chacun dans un coin en bas de l'écran), mais disposent d'un panel d'une trentaine d'émotions différentes. Les éléments animés sont les yeux, les cils, les sourcils, la bouche et une main. Pour le moment, ils ne s'expriment pas directement par la parole, mais par des bulles à l'écran
- **Une interactivité avec les résultats de l'apprenant** : correction des activités, évolution dans les interventions de médiation données, guidage automatique vers d'autres écrans du parcours ou les ressources documentaires si la résolution de l'exercice en cours le nécessite (figure 4)

De fait, nous avons misé sur l'effet « personne » décrit par l'équipe de James Lester [ALB 00] : la simple présence d'un tuteur animé dans un environnement d'apprentissage interactif stimule non seulement la motivation intrinsèque des apprenants, mais également leur processus de réflexion individuelle. Notre but est moins de concevoir un agent intelligent qui s'adapte petit à petit au comportement de l'apprenant que de mettre à contribution l'adaptabilité humaine face à un environnement médiatisé, dès lors que les conditions d'interaction et de crédibilité des interlocuteurs informatisés sont suffisantes.



Figure 4. Intervention de régulation du compagnon

Le mécanisme de la médiation :

Nous voulions doter les tuteurs informatisés d'un « sens de la répartie » crédible, sans pour autant faire appel aux techniques de l'Intelligence Artificielle (IA). Grâce au caractère cyclique de nos parcours de formation (une formation est divisée en plusieurs Compétences Cibles, chacune étant une collection d'activités pédagogiques), nous gérons un nombre limité de situations pédagogiques. Nous avons donc construit un mécanisme de médiation à partir d'un comportement de base de l'apprenant, en y ajoutant le traitement de cas particuliers, fonction de l'éloignement du comportement attendu. Nous avons identifié ces cas particuliers par une double série de tests sur un panel de 25 apprenants dans l'entreprise.

Concrètement, les modules SIMPA sont équipés de capteurs informatiques qui génèrent un **journal de la formation** au fur et à mesure de l'activité de l'apprenant (trace). On y retrouve l'ordre chronologique de ses opérations, le temps consacré, les erreurs commises ainsi que les scores obtenus. Cet historique est exploité par les tuteurs afin d'éclairer leurs interventions. On distingue les **interventions poussées** (par les tuteurs) et **tirées** (par l'apprenant). Dans le premier cas, le tuteur s'interpose dans l'action en délivrant son message à l'écran ; nous réservons ce type d'intervention à des cas bien définis : répétitions d'une même erreur, suite d'erreurs lors d'une

même activité. Dans le second cas, les moyens pour attirer l'attention de l'apprenant sont gradués, du plus subtil (un clin d'œil du tuteur) au plus attractif (le tuteur tape à la vitre). Le tuteur signifie son intention d'intervenir par un symbole représentant le type de message qu'il veut donner. Le dessin disparaît dès lors qu'il n'est plus d'actualité, ou bien lorsqu'il est remplacé par un autre message.

Mis à part le repérage, ces interventions sont indépendantes du contenu de la formation. Elles sont construites selon les critères de la médiation :

- **Repérage** : à chaque arrivée sur un nouvel écran, sur demande du compagnon, le professeur présente les objectifs pédagogiques. Si une même page comporte plusieurs activités, il donne aussi un message de transition pour présenter l'activité qui suit.
- **Reconnaissance** : à chaque clic de l'apprenant sur le bouton « J'ai fini » (moyen invariable donné à l'apprenant pour signifier sa réponse), le système génère un **code-barre interne de la situation pédagogique** : informations sur le contexte et sur le comportement (voir figure 5). Le professeur donne alors dans le cas d'une bonne réponse une **reconnaissance graduée**, fonction de la difficulté de l'exercice et du nombre d'essais pour trouver la réponse. Dans le cas contraire, l'erreur est explicitement signifiée à l'apprenant (dans un glisser-déplacer par exemple, les étiquettes mal placées reviennent à leur position initiale), et le compagnon lui apporte des conseils appropriés en fonction du code-barre.
- **Régulation** : il s'agit d'interventions des tuteurs si rien ne se passe dans un temps anormalement long, dans le cas d'une mauvaise compréhension du mode d'emploi des activités (suite d'actions illogiques), etc.

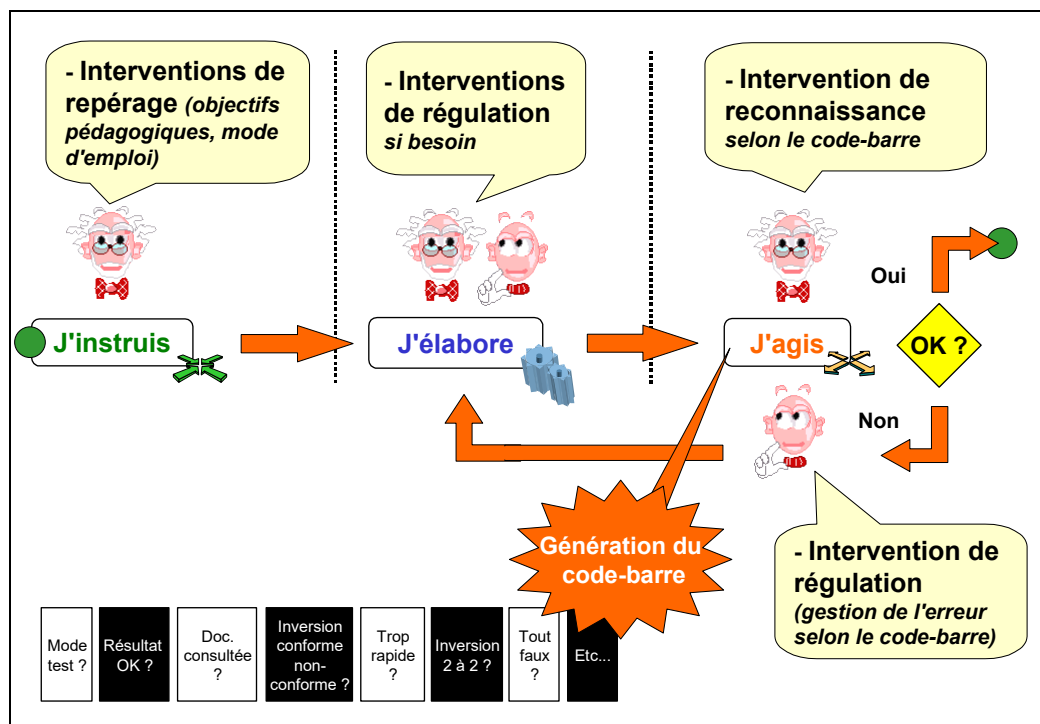


Figure 5. Mécanisme de la médiation dans SIMPA

Une plate-forme multi-usages :

Les modules SIMPA ont été conçus en vue d'une triple utilisation :

- **mode apprentissage** : c'est le mode le plus riche en terme de médiation ; les 2 tuteurs sont présents pour accompagner l'apprenant, et les ressources documentaires sont accessibles en permanence. Chaque activité proposée doit être menée à son terme pour que l'on puisse déclarer complet le parcours de formation
- **mode test** : les mêmes activités sont proposées, mais l'apprenant n'a pas le feed-back de ses actions : il n'a qu'un seul essai pour répondre, sans connaître la justesse de ses réponses. Seul le professeur est présent (il n'y a en effet pas de gestion positive des erreurs à effectuer) pour gérer la navigation
- **mode solution** : il est accessible à la fin du mode apprentissage ; toutes les activités sont alors corrigées, et l'apprenant peut librement venir revoir les solutions de chaque écran, en cas de besoin au cours de son activité ultérieure. Ce document constitue un référentiel mis en permanence à disposition sur le réseau d'entreprise. Il n'y a pas de médiation pour ce mode d'utilisation.

La plate-forme reconnaît deux types d'utilisateurs : l'apprenant et le formateur. Ce dernier dispose de fonctions utiles pour contrôler la session de l'apprenant : tableau de bord des compétences, **intervalles d'incertitude sur les scores attribués** [DUQ 00], **post-it informatique**. Notons également que le formateur est le seul à pouvoir modifier le contrat pédagogique dans le carnet de route ; en pratique, il établit ce contrat en présence de l'apprenant.

6. Expérimentations et estimation de la médiation (étape « Vérifier ») :

Dispositif expérimental :

Nous avons développé un prototype SIMPA sur les compétences cibles « *Mettre la tenue salle propre* » et « *Communiquer en salle propre* » dans le cadre d'une formation au clean concept² (²Le clean concept désigne l'ensemble des moyens mis en oeuvre pour protéger nos produits sensibles à la contamination particulaire, et notamment les règles comportementales du travail en salle propre). Il a été testé selon le protocole expérimental suivant : 25 personnes de l'entreprise, de tous âges, secteurs et niveaux d'expertise sur cette compétence ont utilisé ce module 2 fois, à 20 jours d'intervalle. Il s'agissait pour nous d'avoir un retour d'usage sur notre mécanisme de médiation : comment les personnes réagissent-elles à la présence du professeur et du compagnon ? Leur « comportement » est-il crédible et efficace ? Nous avons donc proposé à nos volontaires une **grille d'évaluation EMSE des tuteurs informatiques**. Outre les capteurs informatiques qui gardaient la trace des actions, un observateur humain a suivi l'intégralité de chaque test, sans pour autant intervenir dans l'action, afin d'identifier les situations où la médiation prévue s'avérait insuffisante.

Résultats obtenus :

Il apparaît que le compagnon est en dessous de la moyenne pour la première expérience (note obtenue : 1.6 sur 4) ; son rôle n'était pas assez marqué, notamment en ce qui concerne l'aide qu'il aurait dû apporter grâce à son livre des ressources. En revanche, le prof, dès la première expérience, a obtenu une note de 3.1 sur 4. Ses actions sur le mode d'emploi des activités proposées et sur le guidage au sein de SIMPA ont été les plus remarquées et les plus appréciées. De fait, son rôle a été prépondérant, à cause du caractère intuitif des bonnes réponses aux activités proposées. Le clean concept est souvent affaire de bon sens, et les scores ont été élevés dès l'expérience 1 (5.3 sur 7). Il y a eu peu d'erreurs, et donc peu d'opportunités données au compagnon pour se manifester. Le test aurait été plus instructif sur des compétences cibles plus pointues, mais ce sont les contraintes industrielles qui nous ont poussé à choisir le clean concept comme sujet d'expérimentation.

Nous avons effectué quelques aménagements entre les 2 expériences :

- **sur la médiation** : intervention possible du compagnon en phase d'élaboration d'une activité, prise en compte des situations de blocage rencontrées à l'expérience 1 (reconstitution du puzzle, clarification du mode d'emploi des activités, etc), aiguillage plus fréquent vers le livre des ressources du compagnon ;
- **sur la navigation** : désactivation des clics souris intempestifs durant les animations, présentation plus ergonomique des messages d'information, facilitation d'accès aux interventions de repérage du professeur.

A l'issue de la seconde expérience, le compagnon passe à 2.5 sur 4, et le professeur conserve sa popularité avec 3.3 sur 4. L'appréciation générale de SIMPA passe de 2.6 sur 4 pour la première expérience, à 3.3 pour la seconde. Les rôles principaux de nos tuteurs sont identifiés comme suit par les apprenants :

- Professeur :**
- Guidage en cours d'activité (21.5%)
 - Mode d'emploi des activités (19.4%)
 - Où en est-on dans le parcours (16.1%)
- Compagnon :**
- Invitation à utiliser la documentation (38.3%)
 - Invitation à consulter le professeur (25.5%)
 - Gestion pertinente des erreurs (21.3%)

Ces résultats valident notre choix d'une médiation bicéphale ; les commentaires recueillis en marge de l'enquête auprès des volontaires dénotent leur satisfaction globale face à cet environnement d'apprentissage interactif.

Déploiement de SIMPA à TED/TIV :

Les 2 compétences du clean concept utilisées pour nos test ont été complétées par 5 autres, pour former aujourd'hui un module complet de formation sur les règles comportementales en salle propre. Un des avantages annoncé de SIMPA était la **reproductibilité de la plate-forme** sur un **nouveau sujet de formation en un temps très réduit** (délais industriels avancés : 15 jours). Nous avons éprouvé et validé cette fonctionnalité, en réalisant

dans les délais demandés un module de 1 heure de formation entièrement neuf, sur les points critiques d'un procédé de fabrication, qui hérite bien sûr de toutes les fonctions de médiation SIMPA. Le dernier atout des formations SIMPA est lié à son architecture informatique : chaque module a un contenu propre, mais son « cerveau » est partagé. Tous les mécanismes de décision concernant les tuteurs sont rassemblés dans une application unique sur le réseau d'entreprise. Le processus d'amélioration est non seulement continu, mais également à **effet rétroactif** ; ceci contribue à la facilité du déploiement de SIMPA à TED/TIV.

7. Conclusion et perspectives :

Les premiers résultats, aussi bien expérimentaux qu'en situation d'usage réel, nous montrent que les objectifs principaux de notre projet « Six Sigma » de conception des supports de formation SIMPA sont atteints. Les conditions d'interaction et de crédibilité de nos tuteurs informatiques sont satisfaisantes, et garanties quel que soit le contenu de la formation. Nos contraintes industrielles demandent moins l'efficacité du système sur un sujet donné que sa bonne reproductibilité pour les besoins futurs de formation au poste de travail. Les premières formations effectuées attestent d'un temps de tutorat humain réduit de moitié et d'un bon degré de satisfaction des apprenants face à leurs tuteurs informatiques. En terme de pédagogie, la structure modulaire des parcours et le large choix d'activités pédagogiques assurent au formateur une liberté et une grande qualité dans la conception des parcours. L'objectif est aujourd'hui pour nous d'élargir l'appareillage de SIMPA, à la fois en modèles d'activités et en capacité de médiation.

8. Références bibliographiques :

[ABO 98] S.C.ABOU-JAOUDE, C.FRASSON. « An Agent for Selecting Learning Strategy ». Actes du colloque international NTICF'1998, pp.353-358, Rouen, novembre 1998.

[ALB 00] M.ALBURGANTI. « A l'école des robots ? L'informatique, l'école et vos enfants ». Editions Calmann-Lévy, 302 p., septembre 2000.

[BRE 99] F.W.BREYFOGLE III. « Implementing Six Sigma – Smarter solutions using statistical methods ». Wiley Interscience Publication, pp 240-255, 1999.

[BRU 97] E.BRUIILLARD. « Les machines à enseigner ». Editions Hermès, 319 p., 1997.

[CAR 95] A.CARDINET. « Pratiquer la médiation en pédagogie ». Editions Dunod, 185 p., 1995.

[DUQ 00] L.DUQUESNOY, JL.BERGER, P.PREVOT, F.SANDOZ-GUERMOND. « Méthode de conception et de suivi d'actions de formation multimédia en milieu industriel ». Actes du colloque international TICE'2000, pp.305-313, Troyes, octobre 2000.

[DUQ 01] L.DUQUESNOY, JL.BERGER, P.PREVOT, F.SANDOZ-GUERMOND. « L'Analyse en Composantes Principales au service de la conception et la mise en oeuvre d'un support de formation multimédia ». Actes du colloque international NîmesTIC'2001, pp.103-108, Nîmes, décembre 2001.

[FEU 88] R.FEUERSTEIN, Y.RAND, J.E.RYNDERS. « Don't accept me as I am. Helping "retarded" people to excel ». New York : Plenum Press, 1988.

[PEI 90] Sous la direction de J.MARTIN, G.PARAVY. « Pédagogies de la médiation – Autour du PEI ». Ouvrage collectif, Editions Chronique Sociale, 210 p., décembre 1990.

[PIL 01] M.PILLET, D.DURET. « Qualité en production : de l'ISO 9000 à Six Sigma ». Editions d'organisation, 368 p., 2001.

[PRE 97] P.PREVÔT, I.AKKOUCHE. « Les Nouvelles Technologies Educatives et leurs usages » in « Connaissances et savoir-faire en entreprise : intégration et capitalisation ». Editions Hermès, pp 343-380, 1997.

[STE 00] Sous la direction de E.BRUIILLARD, M.GRANDBASTIEN. « Education et informatique – Hommage à Martial Vivet ». Revue Sciences et Techniques Educatives, Hermès Science publications, pp.92-104, Volume 7, N°1, 2000.