REMERCIEMENTS

Je remercie :

- Pierre Dillenbourg, mon directeur de mémoire. Ses conseils, sa disponibilité et ses encouragements m'ont permis de réaliser ce travail dans les meilleures conditions.
- Patrick Mendelsohn et Michael Baker qui ont accepté de faire partie de mon jury.
- Christine Vu pour sa compréhension et le soutien qu'elle m'a apporté tout au long de cette année.
- Patrick Jermann qui m'a aidée à résoudre les difficultés techniques que j'ai rencontrées.
- Tous ceux sans qui l'aboutissement de ce travail n'aurait sans doute pas été possible et qui m'ont apporté, dans le désordre : réconfort-stimulation-réconfort-stimulation (…) à Caluire-plage, défoulement sur le panier à bonbons, quête du fauve qui est en moi, repas courges et ballades chasseronesques, massage et autosuggestion à la Grinberg, séances canapé-Bretecher, rigolades autour d'un formulaire Access, revalorisation de l'image télévisuelle, bref des thérapies en tous genres…

A « Grand-maman de Ferlens » et à « Mamy »

RESUME

L’apprentissage par problème (APP) est une méthode d’enseignement en situation d’apprentissage collaboratif, centrée sur l’étudiant et basée sur des cas. Lors d’une séance APP, les étudiants interagissent pour construire une représentation commune des connaissances qu’ils doivent acquérir ensemble. Cette connaissance mutuelle peut être construite par le biais d'une négociation de nature verbale ou liée aux actions des partenaires. La co-construction d’une représentation graphique du problème étudié favoriserait les mécanismes visant à créer et maintenir une représentation des connaissances mutuelles des étudiants.

La question à laquelle pour nous avons essayé de répondre dans ce travail provient d’une observation faite lors de l’analyse d’un dispositif visant à mieux structurer l’auto-apprentissage d’étudiants en médecine engagés dans un curriculum basé sur l’APP. Lors de la période d’auto-apprentissage suivant le tutorial APP, les étudiants devaient créer, par groupe de deux, un schéma expliquant le problème. Les représentations graphiques des paires auraient ensuite servi de base à la discussion lors de la séance de bilan du problème. Plutôt que de stimuler la discussion, la présence des différents schémas a généré un problème : chaque paire voulait imposer son schéma et la discussion en est restée figée.

Nous avons voulu investiguer l’hypothèse selon laquelle la tendance qu’avaient ces étudiants à vouloir imposer leur schéma était due à une augmentation de conflit cognitif au sein du groupe. Nous avons cherché à vérifier si des paires qui construisent une représentation graphique de mécanismes physiopathologiques à partir d'un texte dans un whiteboard spécialisé présentent plus d'actes de négociation, verbale ou au niveau du graphique, si les sujets qui les constituent ont préalablement réalisé une représentation individuelle.

Nos résultats n'ont pas permis de confirmer cette hypothèse puisque les paires dont les individus ont uniquement réalisé un résumé individuel du texte présentent plus de dialogues d'argumentation. Nous considérons toutefois nos résultats avec prudence puisque les éléments de négociation étaient très peu fréquents et que certaines caractéristiques du dispositif ont pu biaiser une partie des résultats. Ce travail nous a permis d’évaluer la complexité des variables en jeu lors de la mise en place d’un dispositif expérimental dans ce domaine de recherche, notamment au niveau des éléments dont il faut tenir compte pour stimuler la négociation au sein d’une paire. Nous avons également identifié quelques pistes pour de futures investigations. Effectivement, nos résultats suggèrent que les caractéristiques de l'interface de dessin peuvent modifier la nature des interactions. L'introduction d'éléments permettant d'expliciter la structure de la représentation, comme des étiquettes liées aux éléments du schéma stimulerait la discussion.

1 INTRODUCTION

Ce travail recouvre trois domaines: l'apprentissage par problèmes, l'apprentissage collaboratif et l'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur. Il s'agit plus d'un système d'inclusion de domaines qu'une simple intersection entre les trois. Comme nous le verrons, l'apprentissage par problèmes est une méthode qui utilise des situations d'apprentissage collaboratif. Et il est essentiel de comprendre les caractéristiques de l'apprentissage collaboratif pour décrire les spécificités des environnements développés pour l'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur. Je choisis donc de structurer cette partie théorie en commençant par introduire l'apprentissage par problèmes (chap.1), puis l'apprentissage collaboratif (chap. 2) et je finirai par l'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur.

1.1 Apprentissage par problème

Depuis octobre 1997, la Faculté de médecine de l'Université de Genève offre aux étudiants en médecine humaine un nouveau programme qui s'étend de la 2ème à la 5ème année d'études. La 1ère année propédeutique et la 6ème année de stages restent inchangées.

Le programme de 2ème et 3ème années permet à l'étudiant d'acquérir les Sciences Médicales de Base (anatomie, physiologie, biochimie, etc.) de façon intégrée autour de la compréhension du problème d'un patient. Ces deux années d'études comprennent 4 modules, chacun d'entre eux étant composé de 2 à 3 unités qui regroupent 8 cas autour d'un grand système de l'organisme (Respiration, Reproduction, Comportement, etc.). L'étudiant suit, en parallèle, le programme des Compétences Cliniques et Dimension Communautaire (CC et DC) où il acquière, à travers des ateliers, travaux pratiques et séminaires, un savoir-faire (gestes techniques, examens de laboratoire, etc.) et un savoir-être (relation médecin-malade, éthique, etc.) (Conseil de Faculté de Médecine, Université de Genève, 1999).

La méthode d'enseignement utilisée en 2ème et 3ème années est l'apprentissage par problèmes (APP). Guidé par un tuteur, un groupe de 6 à 9 étudiants essaie d'analyser et d'expliquer un problème qui leur est posé. Les particularités de cette méthode sont développées dans les sections suivantes.

1.1.1 Objectifs de l'éducation médicale et difficultés d'apprentissage

1.1.1.1 Objectifs et résultats

L'enseignement traditionnel de la médecine consiste à dispenser les connaissances des sciences fondamentales par discipline durant les 2 ou 3 premières années. L'étudiant acquière ensuite une formation clinique à travers les stages obligatoires et au choix des 4ème à 6ème années, et à travers l'apprentissage des sciences cliniques, enseignées par discipline. La méthode d'enseignement généralement utilisée est le cours magistral en auditoire et les travaux pratiques. Pourquoi avoir choisi de réformer un tel un curriculum ? Pour pouvoir le comprendre, il faut remonter aux objectifs visés par l'éducation médicale.

Selon Barrows (1980), le praticien doit être capable d'évaluer et de gérer des patients avec des problèmes médicaux de façon précise, appropriée, efficace et humaine. La capacité d'évaluation requière les compétences cognitives du raisonnement clinique mais également les compétences en matière d'entretien médical, d'examen physique, et de relation médecin-malade. La capacité de gestion implique des compétences de sélection et d'application de solutions thérapeutiques. En outre, la gestion du problème ne doit pas engendrer une perte de temps ou des coûts démesurés. Chaque cas clinique est unique par ses dimensions médicales et psychosociales et il est impossible de dispenser une connaissance exhaustive de la médecine. Le praticien doit donc être capable de raisonner sur des cas génériques pour pouvoir maîtriser la résolution d'un problème particulier, en tenant compte du contexte socioculturel du patient. La pratique de la médecine requière ainsi la mobilisation de connaissances théoriques en sciences fondamentales et cliniques (savoir), de compétences techniques (savoir-faire) et de compétences sociales (savoir-être). L'ensemble de toutes ces compétences détermine la qualité du **raisonnement clinique** du praticien. Ce dernier doit aussi pouvoir définir et atteindre de nouveaux objectifs d'apprentissage de façon à maintenir ses savoir, savoir-faire et savoir être dans la spécialité qu'il a choisie et ce tout au long de son activité professionnelle. La médecine est un domaine en évolution constante. A tout moment, le praticien doit être capable de faire le point sur ses connaissances et les réactualiser. Il doit donc développer des capacités **d'auto-évaluation et d'auto-apprentissage**.

Qu'en est-il sur le terrain ? Même si le médecin a assimilé une énorme quantité de connaissances durant ses études, il n'est pas certain qu'il pourra les mobiliser avec pertinence dans sa pratique quotidienne. Une étude a montré que 50% des médecins d'un hôpital universitaire étaient incapables d'entreprendre les activités nécessaires à la confirmation du diagnostic de patients qui présentaient des symptômes de la pyélonéphrite. Leur performance dans un questionnaire à choix multiple portant sur ce domaine était pourtant très bonne (Gonella et al, 1970, cité dans Schmidt, 1983). Ces praticiens avaient des connaissances médicales, mais ils ne pouvaient pas raisonner à partir de ces dernières pour résoudre un problème particulier. D'autres études ont montré que souvent, les étudiants n'étaient pas capables d'identifier leurs lacunes, et lorsqu'ils en étaient conscients, ils ne savaient pas comment y remédier (Bransford et al, 1981, cité dans Koschmann et al, 1996). Il est difficile dans ces conditions d'imaginer que ces jeunes médecins ont

spontanément pu réajuster leur niveau de connaissances tout au long de leur vie professionnelle. Ces échecs dans l'éducation ont plusieurs causes. Koschmann et ses collaborateurs (1996), dans leur travail, en ont identifié trois qui sont présentées ici.

1.1.1.2 Difficultés d'apprentissage

Développement d'une base de connaissances solide et valable : problème de complexité

Les idées fausses rencontrées chez les étudiants peuvent être au moins partiellement expliquées par une simplification exagérée d'un sujet trop compliqué. Les concepts médicaux sont souvent très complexes et reliés les uns avec les autres d'une manière peu évidente. Leur appropriation nécessite un effort important, très éloigné des processus cognitifs ordinaires. Le développement d'une connaissance solide basée sur de tels concepts implique que les associations entre ces derniers soient présentés sous de nombreux angles, dans divers contextes en laissant à l'étudiant le temps de tracer lui-même les liens entre les concepts.

Dans leur effort pour dispenser de plus en plus de concepts jugés essentiels dans le même temps d'études, les enseignants doivent condenser la matière en un matériel facile à mémoriser. Les concepts sont simplifiés, interprétés, illustrés de façon souvent simpliste. La complexité diminue avec l'estompage des liens entre les différents concepts. Conséquence?

- L'étudiant croule sous le poids d'une matière qu'il doit couvrir à toute allure. Il n'a pas le temps de réfléchir, ni de trouver les interconnexions.
- La présentation de concepts trop simplifiés ne favorise plus les associations et conduit plutôt à une compartimentalisation de la matière.

Développement de la capacité à raisonner à partir d'un bagage de connaissances et de pouvoir l'appliquer : problèmes peu structurés dans des domaines peu structurés

Non seulement certains pans de connaissance peuvent être complexes, mais ils peuvent aussi être très difficiles à appliquer. D'une part, la plupart des domaines de connaissance en médecine sont peu structurés, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de concept unique ou de petit groupe de concepts qui suffise à saisir les rouages d'un cas réel. Beaucoup de concepts sont nécessaires à la compréhension d'un cas et, bien que l'on puisse souvent regrouper des cas par catégorie (les cas d'hypertension par exemple), différents ensembles de concepts sont nécessaires à la compréhension de chacun des cas de cette catégorie. D'autre part, la plupart des problèmes auxquels un médecin doit faire face sont eux même peu structurés, c'est-à-dire que leur définition nécessite plus d'informations que celles qui sont à disposition au départ. L'apport de nouveaux éléments fait évoluer la nature du problème, qui se déplie en fonction du temps et peu devenir tentaculaire. A chaque nouvelle étape, des décisions doivent être prises et il y a peu de certitudes sur l'adéquation du choix. Au fur et à mesure que le problème évolue, le médecin s'en forme une représentation qui ira compléter son répertoire de cas constituant une partie des connaissances applicables au domaine de ce problème.

Il est donc impossible de fournir à l'étudiant une classification simple et régulière des cas. Un enseignement basé sur l'acquisition d'une connaissance dans l'abstrait ne prépare pas l'étudiant aux variations et aux combinaisons de concepts qu'il rencontrera dans sa profession. La simplification et la classification des cas présentés à l'étudiant peuvent lui donner l'impression qu'il évolue dans un domaine de connaissances bien structuré composés de problèmes bien structurés.

Développement de capacités métacognitives et d'auto-formation

Comme il est mentionné plus haut, il est fondamental, dans un domaine en perpétuelle expansion comme la médecine, d'être capable d'évaluer les limites de ses connaissances et de pouvoir les dépasser. Dans l'enseignement traditionnel, l'étudiant est un consommateur. Il ne se sent pas responsable de son apprentissage. On lui présente un paquet de connaissances qu'il doit acquérir, sans lui laisser la possibilité de bien prendre conscience de l'importance des différents éléments qui composent son futur bagage.

1.1.2 Caractéristiques de l'APP

1.1.2.1 Présentation

L'APP est une méthode qui découle du courant rationaliste-pragmatique, pour lequel l'apprentissage est le résultat de l'activité cognitive d'un individu. La connaissance ne peut pas être acquise passivement. Les savoirs naissent de l'action, ou, plus exactement, ils émergent de tentatives déployées par l'individu pour résoudre des problèmes. L'enseignement doit se construire autour des notions d'expérience et de problème. Les connaissances s'inventent; elles sont des constructions de l'esprit humain aux prises avec le milieu auquel il cherche à s'ajuster (Dewey, 1925 cité Crahay 1999).

L'APP à été développé à la Faculté de Médecine de l'université de McMaster à la fin des années 60 (Spaulding, 1991 cité dans Schmidt, 1993). Il s'agit d'une méthode d'apprentissage collaboratif, centrée sur l'étudiant et basée sur des cas (cf. chap. 1.1.3.3-1.1.3.5.). Nous présentons ici quatre principes pédagogiques sur lesquels repose cette méthode d'enseignement.

Activation de connaissances antérieures

L'ensemble des connaissances préalables de l'étudiant dans un domaine est le déterminant principal de la nature et de la quantité de nouvelles informations qu'il pourra traiter (Schmidt, 1993.). Selon Brunner (1959 cité dans Schmidt 1993), l'apprenant choisi et transforme l'information, construit des hypothèses, et prend des décisions en utilisant une structure cognitive préexistante. Ainsi, un étudiant possédant des connaissances préalables tirera un meilleur profit de l'apprentissage que celui qui en a moins. Il s'agit donc pour l'enseignant d'identifier et d'utiliser ce cadre de connaissances existant pour ancrer les nouvelles informations. Une partie des connaissances de l'étudiant sur le sujet peut être erronée. L'enseignant doit alors être en mesure de les identifier et d'aider l'étudiant à modifier sa compréhension du domaine. Koschmann et ses collaborateurs (ibid.) insistent sur la notion de flexibilité cognitive : l'apprentissage est un processus d'accommodation et d'adaptation.

Il est également très important de créer un contexte dans lequel les connaissances pourront être réactivées. Ceci est démontré par l'expérience du texte incompréhensible qui prend tout son sens lorsqu'on lui rajoute un titre (Bransford & Johnson, 1972, cités dans Schmidt, 1993). L'individu possède une structure cognitive associée à un domaine, par exemple le cerf-volant. Le titre « Comment fabriquer et faire voler un cerf-volant » suffit à réactiver cette connaissance, alors que le texte seul (dans lequel n'apparaît pas une seule fois le mot « cerf-volant ») n'y parvient pas.

Elaboration

Selon les théories de la psychologie cognitive, la connaissance peut être considérée comme un réseau de concepts. De la qualité de ces structures cognitives dépendent la profondeur et la précision de la compréhension d'un domaine. Ces réseaux ne peuvent être enseignés. Chaque individu se crée lui-même ses structures en fonction de ses expériences. L'apprentissage actif dans lequel l'étudiant organise lui-même les informations qu'il reçoit en créant des liens entre les différents concepts permet une meilleure mémorisation et une réactivation favorisée (Schmidt, 1993). Cette élaboration des connaissances peut être favorisée par la discussion, la construction de représentations externes (prise de notes, schémas).

Encodage spécifique

Lorsque l'on se trouve devant un problème à résoudre, la façon la plus efficace de procéder consiste à appliquer une stratégie développée dans une situation analogue. Norman et Schmidt (1992) décrivent la théorie de l'instanciation selon laquelle l'individu a en mémoire plusieurs instances d'une classe de concepts. Ses choix devant une situation particulière sont fortement influencés par les ressemblances avec d'autres instances similaires, sans pour autant qu'il en soit conscient. Il apparaît alors très important de multiplier les expositions à des cas en utilisant des éclairages différents, pour que l'étudiant puisse par la suite résoudre des problèmes avec le minimum d'informations.

Motivation

De son étymologie grecque « morfé », la formation désigne l'idée d'une façon d'être et la volonté d'accéder à un nouvel état. Dans cette définition de l'apprentissage, se dégage la notion du vouloir. L'individu prend conscience de son niveau de connaissances et décide de progresser. Brunner (ibid), à la fin des années 50, introduit la notion de motivation intrinsèque. Selon lui, il s'agit d'une force interne qui pousse les individus à comprendre et apprendre le monde qui les entoure. La plupart des étudiants engagés dans un curriculum traditionnel apprennent une certaine quantité d'informations parce qu'on le leur demande. L'unique motivation est de réussir l'examen qui est au bout, éventuellement d'être félicité par un professeur. On parle alors de motivation extrinsèque. Des études ont montré qu'un sujet étudié perd de son intérêt si la motivation liée à l'apprentissage est uniquement de cet ordre (Lepper et Green, 1975 cité dans Norman et Schmidt, 1992). A l'inverse, des étudiants travaillant sur des problèmes ayant un sens à leurs yeux montrent plus d'intérêt pour les questions en relation avec le sujet que s'il avaient dû uniquement travailler pour passer un examen. La motivation intrinsèque à la tâche favorise l'apprentissage (Johnson et Johnson, 1979 cité dans Norman et Schmidt, 1992).

1.1.2.2 Etapes de l'APP

Le modèle appliqué à la Faculté de médecine de Genève est décrit ci-dessous (Faculté de Médecine, Université de Genève, 1996). Un petit groupe d'étudiants (6-9) s'attaque à un problème sous la supervision d'un tuteur. L'apprentissage d'un problème est divisé en huit étapes (Figure 1). Les cinq premières correspondent à une démarche d'analyse d'un problème scientifique. Celui-ci, présenté sous format papier, est en général peu structuré, présentant un nombre d'informations minimales que le groupe utilise pour analyser et expliquer le cas.

Lors de la première étape, le problème est lu à voix haute. Chacun souligne les termes à clarifier immédiatement et identifie les éléments qui lui paraissent importants pour l'analyse ultérieure du problème.

La deuxième étape consiste à reformuler le problème puis à dresser une liste de tous les éléments qui nécessitent une explication.

Les étapes trois et quatre sont souvent indissociables. Les étudiants entrent en discussion et avancent des hypothèses pouvant expliquer un maximum des éléments identifiés durant la phase précédente. Ils organisent ces hypothèses sous forme de schémas, d'arbres de concepts de façon à faire ressortir les interconnexions entre les différents éléments du problème. Selon Abrams (http), la construction de ce type de représentation permet un meilleur ancrage et une meilleure élaboration des connaissances.

Tout en élaborant leur représentation du problème, les étudiants identifient des pans de connaissance qu'ils devront acquérir ou approfondir pour pouvoir comprendre les mécanismes en jeu. La cinquième étape consiste à dresser une liste de tous ces objectifs d'apprentissage et de discuter des ressources (imprimées, humaines, électroniques) qu'ils pourront utiliser pour atteindre les objectifs.

La sixième étape est consacrée à l'auto-apprentissage. Les étudiants utilisent les ressources extérieures au groupe identifiées dans l'étape précédente pour atteindre leurs objectifs. Il leur est conseillé d'organiser les nouveaux éléments et de les greffer dans la représentation du problème qu'ils ont construite pendant les étapes trois et quatre. Les étudiants ont en général 3 demi-journées à disposition pour ce travail individuel.

Le groupe se réunit une deuxième fois pour rassembler les fruits de l'apprentissage de chacun. Pendant cette septième étape, le problème est re-expliqué sur la base de la représentation graphique construite lors de la première séance.

Finalement, la huitième étape permet au groupe de faire un bilan de son travail (est-ce que les objectifs ont été réalisés, que faudrait-il approfondir ?) et de son fonctionnement (est-ce que tout le monde se sent à l'aise, est-ce que certains parlent trop ou trop peu?).

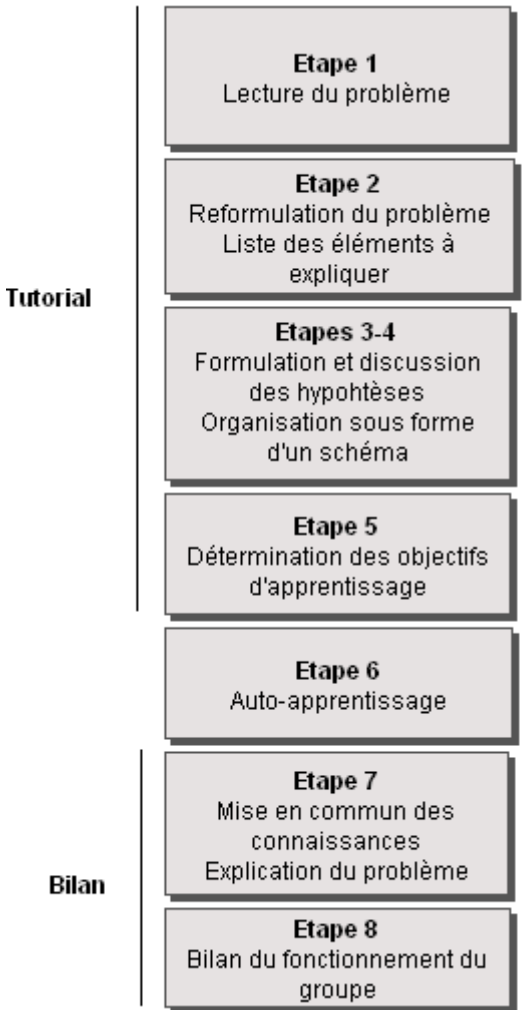


Figure 1. Présentation des étapes de l'APP.

1.1.2.3 Apprentissage centré sur l'étudiant

Quel est le rôle de l'enseignant? L'APP est une méthode centrée sur l'étudiant. Ce dernier apprend à déterminer lui-même ce qu'il a besoin de savoir (Barrows, 1980). Peu à peu, il prend la responsabilité de son apprentissage. Il devient le metteur en scène et l'acteur principal de sa formation, se crée sa motivation qui favoriserait l'apprentissage. La méta-analyse de Vernon et Blake (1993) confirme que les étudiants utilisant l'APP comme méthode d'apprentissage sont plus motivés que ceux engagés dans un curriculum traditionnel. Les indices de motivation pris en compte comprennent les attitudes des étudiants, leur participation aux activités d'apprentissage et leur degré de "détresse" (dépression, anxiété, hostilité, plaintes somatiques).

L'enseignant a un rôle de tuteur et de facilitateur des interactions. Pendant la première séance, il favorise la réactivation des connaissances préalables des étudiants en posant les bonnes questions. Il stimule et parfois modère la discussion. Il réoriente un débat qui s'éloigne du cadre du problème. Il aide les étudiants à reconnaître leurs lacunes et à identifier les sources d'apprentissage appropriées.

Lors de la deuxième rencontre, il pousse les étudiants à intégrer les notions nouvellement apprises, à élaborer la solution du problème. Il stimule la réflexion sur la dynamique du groupe.

1.1.2.4 Apprentissage basé sur des cas

Dans l'APP, on utilise un cas réel pour stimuler l'apprentissage. L'étudiant aborde un sujet, une discipline à travers le problème qui lui est posé, en contexte. L'objectif de cette approche est, d'une part, de permettre l'acquisition intégrée d'un ensemble de connaissances relatives à un domaine particulier. D'autre part, cette méthode doit permettre à l'étudiant de développer ses capacités de résolution de problème. L'exposition fréquente au même type de problèmes peu structurés dans des contextes variés, favorise la mémorisation de plusieurs instances d'une même classe de concepts. De plus, la résolution du problème est découpée en étapes qui correspondent à certaines séquences du raisonnement clinique, en particulier celles de la prise d'informations, génération d'hypothèses, acquisition d'informations pour valider ou réfuter ses hypothèses, construction d'une représentation du cas à partir des nombreux éléments à disposition (Barrows, 1980).

Les étudiants exposés à l'APP développeraient des stratégies d'apprentissage en profondeur, basé sur une recherche de la compréhension du domaine (Vu et al. , 1998). L'APP favoriserait donc le développement de stratégies d'apprentissage plus proches du raisonnement clinique. L'effet positif de l'APP sur l'acquisition de compétences en matière de résolution de problèmes n'a pas encore été clairement démontré. Les étudiants travaillant avec cette méthode présenteraient toutefois un léger avantage en matières de compétences cliniques. Ces dernières ont été évaluées sur la base d'observations de comportement sur des patients réels ou simulés et à partir des résultats aux test de connaissances cliniques proposés dans les examens fédéraux américains (Vernon et Blake, 1993).

1.1.2.5 Apprentissage collaboratif

L'ensemble du groupe bâtit la solution du problème. Chaque hypothèse avancée par un étudiant est expliquée, évaluée, avant d'être acceptée ou refusée. La discussion, la construction puis la déconstruction d'hypothèses favorise l'élaboration des connaissances.

Les caractéristiques de l'apprentissage collaboratif sont développées dans le chapitre 1.2.

1.2 Apprentissage collaboratif

Dillenbourg (1999) présente un cadre pour la définition de l'apprentissage collaboratif. Je choisis ici d'en reprendre une partie de la structure et les éléments saillants.

1.2.1 Une définition de l'apprentissage collaboratif

L'apprentissage collaboratif est une situation dans laquelle deux ou plusieurs personnes apprennent ou essayent d'apprendre quelque chose ensemble. Cette première définition est volontairement très vague. Elle illustre de cette façon la multitude de situations qui relèvent de l'apprentissage collaboratif. Dans l'exemple de l'APP exposé plus haut, il s'agit d'un petit groupe d'étudiants réunis dans une salle qui tentent de résoudre un problème précis. Mais ce terme recouvre aussi une communauté de chercheurs qui essaie de comprendre les mécanismes de la mort cellulaire. La taille du groupe, la nature de l'apprentissage et le type d'interaction sont différents. Dans les deux cas, on parle pourtant d'apprentissage collaboratif. Dans le premier exemple, l'apprentissage consiste à résoudre un problème. Les étudiants sont face à face, leurs interactions sont en temps réel, synchrones. Dans le deuxième exemple, il est question d'acquérir une expertise, de produire de la connaissance. Il s'agit de construction collaborative du savoir (Hansen et al. 1999). Les différentes unités de la communauté communiquent essentiellement par l'intermédiaire des travaux qu'elles publient. La communication est alors surtout en différée, asynchrone. Nous nous intéresserons ici plutôt au premier des deux types d'apprentissage collaboratif illustrés par ces exemples.

L'apprentissage collaboratif n'est pas un mécanisme. Dans un apprentissage individuel, ce sont les activités comme la lecture, la construction et la déconstruction de problèmes qui stimulent des mécanismes d'apprentissage comme l'induction ou la déduction. Dans une situation d'apprentissage collaboratif, d'autres activités peuvent venir s'ajouter aux premières, comme par exemple la discussion, la négociation. Ces activités peuvent stimuler des mécanismes comme l'internalisation ou la réduction de la charge cognitive (voir chap. 1.2.4.). Il y a donc plusieurs mécanismes qui peuvent être associés à ce concept d'apprentissage collaboratif.

Les interactions entre les membres du groupe sont difficiles à prévoir. Comme le reportent Dillenbourg et ses collaborateurs (1995), l'interaction entre des variables comme la taille et l'hétérogénéité du groupe, la nature de la tâche ou les moyens de communication à disposition est telle qu'il n'est pas possible de définir clairement les conditions dans lesquelles une situation d'apprentissage collaboratif sera efficace. L'apprentissage collaboratif n'est donc pas non plus une méthode. On peut parler de contrat social entre les membres du groupe, contrat qui spécifie un certain nombre de conditions pouvant conduire à des formes d'interactions particulières.

Dès lors, une nouvelle définition de l'apprentissage collaboratif pourrait être celle-là : **situation** dans laquelle deux ou plusieurs personnes communiquent en utilisant des formes d'**interaction** particulières qui peuvent conduire à la stimulation de certains **mécanismes** d'apprentissage. Les notions de situations, interaction et mécanismes sont développés ci-dessous.

1.2.2 Situations d'apprentissage collaboratif

On peut utiliser trois critères pour caractériser une situation d'apprentissage collaboratif : la symétrie, la similitude des objectifs et la répartition du travail.

1.2.2.1 Symétrie

Il s'agit premièrement de déterminer si les membres d'une paire peuvent accomplir les mêmes actions, s'ils ont les mêmes outils à disposition (Dillenbourg et Baker, 1996). Dans un cas ou la tâche est de dessiner un schéma qui résume un problème, la paire présenterait une asymétrie d'action si un seul des deux partenaires recevait de quoi dessiner. L'asymétrie des paires au niveau des actions et des dialogues est un critère que nous avons mesuré dans notre dispositif expérimental.

Deuxièmement, le degré de symétrie de la paire au niveau des connaissances, des compétences influence la nature des interactions. Dans un tutorial APP, il arrive parfois que l'un des étudiants, souvent plus expert dans le domaine, prenne un rôle d'enseignant. Le tuteur doit alors freiner l'élan de l'étudiant en question tout en essayant de tirer parti des connaissances de ce dernier pour stimuler la discussion générale. Le degré de symétrie peut se définir au niveau de l'expertise du domaine, mais aussi au niveau des capacités générales des partenaires. O'Malley (1989) reporte une expérience de Verba et Winnykamen qui observent que la nature de l'interaction dépend de la compétence de l'expert de la paire. Dans le cas où l'expert est le plus compétent, ce dernier prend un rôle d'enseignant, de tuteur, alors que dans le cas ou l'expert est le moins compétent, l'interaction comprend plus de collaboration et de construction commune. Il est important de noter que les différences de niveau peuvent être objectives ou subjectives. L'image de l'autre conditionne également très fortement l'interaction (Krammer & Van Merriënboer, 1989, cité dans Dillenbourg ibid.). Cet exemple nous illustre la complexité des interactions entre les différentes variables en jeu dans une situation d'apprentissage de ce type.

Finalement, on considère la différence de statut social des partenaires. Qui ne s'est pas senti inhibé dans une discussion avec des supérieurs hiérarchiques ? Comment douter ouvertement de leurs propositions ? Une trop grande asymétrie de ce type pourrait compromettre les interactions au sein de la paire. Dans une situation d'APP, les étudiants ont le même statut social, mais leur tuteur occupe une position différente. Lorsqu'ils ne sont pas encore habitués à la méthode, les étudiants ont souvent des difficultés à s'exprimer librement parce qu'ils ont peur d'être jugés par l'enseignant.

1.2.2.2 Similitude des objectifs

Les partenaires doivent avoir des objectifs communs par rapport à la tâche qu'ils sont entrain de réaliser. Avant de s'atteler à cette dernière, les buts des membres d'un groupe sont souvent différents. Considérons le cas d'étudiants APP qui commencent à lire un problème de neurologie sensorielle. Il est vrai que la motivation extrinsèque, le spectre de l'examen, est présente chez chacun d'entre eux. Toutefois, l'une des étudiantes se prédestine peut être à la neurologie et a déjà lu plusieurs travaux à ce sujet alors qu'un autre est intéressé principalement par la

médecine communautaire et présente un intérêt mitigé pour ce domaine. Comme nous l'avons vu plus haut, la motivation et les connaissances préalables ont une grande influence sur l'apprentissage. Ces deux étudiants ont d'emblée une perception et donc une approche différente du problème. L'étape d'identification des phénomènes à expliquer permet à ces étudiants de proposer, de négocier, d'expliciter des sous-objectifs communs. C'est à partir de ce moment qu'ils pourront vraiment collaborer en essayant d'atteindre les buts qu'ils ont définis tous ensemble.

1.2.2.3 Répartition du travail

Dans la recherche d'interdépendance des partenaires présentée par Salomon (1995), la définition de rôles au sein du groupe occupe une place prépondérante. Miyake (1986), observe une division spontanée du travail en situation d'apprentissage collaboratif. L'un des deux partenaires, en principe celui qui connaît le mieux le sujet, se fixe sur la tâche. L'autre adopte une position d'observateur et de régulateur, en critiquant et en proposant des solutions alternatives. Ces rôles peuvent évoluer très rapidement au sein de la paire. Salomon voit l'interdépendance comme une mise en commun d'esprits, une activité de réflexion commune. Dans une séance d'APP, les rôles entre les étudiants sont partiellement prédéterminés (Faculté de Médecine, Université de Genève, 1996). L'animateur gère les étapes de l'apprentissage, favorise le consensus sur le plan des discussions, suscite la participation de ses partenaires, régularise les interactions, fait expliciter une controverse. Il tient le rôle de régulateur. Il est assisté dans cette tâche par le tuteur. Le secrétaire retranscrit et organise les éléments discutés au tableau. Finalement, le scribe transcrit sur papier les informations importantes qui sont ensuite photocopiées pour l'ensemble du groupe. Souvent, ce dernier participe peu à la discussion pour se concentrer sur la prise de notes. Les rôles changent à chaque nouveau problème. Cet exemple de répartition des rôles illustre bien la notion d'interdépendance des partenaires. Le groupe APP avec son tuteur constitue un système dans lequel les tâches cognitives sont réparties (voir chap. 1.2.4.5 et 1.2.4.6).

1.2.3 Interactions dans l'apprentissage collaboratif

1.2.3.1 Une nouvelle définition

Que se passe-t-il dans une séance APP, une fois que les objectifs communs ont été définis ? Un membre du groupe formule une hypothèse. Cette dernière est explicitée, évaluée, acceptée tel quelle ou avec des modifications ou encore rejetée.

Lorsque Salomon (ibid.) parle de mise en commun d'esprits, il ajoute que les membres du groupe peuvent examiner, modifier, élaborer cette activité commune de pensée. Roschelle et Teasley (1989) définissent l'apprentissage collaboratif comme suit :

« Collaboration is a coordinated, synchronous activity that is the result of a continued attempt to construct and maintain a shared conception of a problem ».

Pour ces auteurs, les partenaires s'engagent dans un effort coordonné à résoudre le problème qui leur est posé. A cet effet, ils se construisent une représentation commune du problème. Ils définissent le «Joint Problem Space» (JPS) comme une

structure de connaissance partagée qui permet la résolution de problème en intégrant:

- les buts à atteindre
- des descriptions de l'état actuel du problème
- la conscience des actions possibles pour atteindre les buts
- les associations qui relient les buts, les caractéristiques du problème et les actions réalisables.

Roschelle et Teasley soutiennent que la résolution collaborative de problèmes se déroule dans un espace conceptuel négocié et partagé, construit par l'intermédiaire d'un cadre commun de langage et d'activités. Il ne s'agit donc pas d'une simple addition de structures cognitives. Nous avons parlé de l'importance de la construction et de la déconstruction des telles structures dans l'apprentissage. La discussion, la négociation d'une hypothèse permet de modeler cette structure commune et les structures individuelles qui la composent.

1.2.3.2 Négociation

Pour Dillenbourg et Baker (1996), la négociation peut avoir lieu lorsque les partenaires ont en commun l'objectif d'arriver à un accord sur certains objets de négociation. La négociation peut se situer à trois niveaux :

- Les membres du groupe peuvent négocier le sens, la signification d'actes de langage, de mots (communication). Dans une séance APP, le secrétaire est chargé de noter sur le tableau noir les éléments importants de la discussion, par exemple sous forme d'un schéma représentant le problème. A cet effet, il doit comprendre exactement les propositions de ses partenaires. Par exemple, le secrétaire modifie le schéma en incluant une nouvelle information apportée par un membre du groupe. Il s'assure d'avoir bien respecté l'idée de son partenaire avec une question du type : « C'est bien ça que tu voulais dire ? » Et il arrive souvent que l'autre ne reconnaisse pas son idée dans le schéma modifié, lui réponde: « Non c'est pas du tout ça » et reformule son idée pour être mieux compris. Le secrétaire peut donc être considéré comme un médiateur de clarification.
- Ils peuvent discuter des stratégies possibles de résolution du problème, des solutions proposées (tâche). Dans une séance APP, tout le monde participe à la négociation de la tâche. Les partenaires avancent des hypothèses qui sont évaluées par l'ensemble du groupe. L'animateur gère plus spécifiquement la planification de la résolution du problème en s'occupant notamment de la succession des différentes étapes.
- Ils peuvent négocier la gestion des interactions liées à la communication et/ou à la tâche, en discutant par exemple de la coordination de leurs interventions (régulation). Dans un tutorial APP, l'animateur est responsable de réguler les interactions du groupe, par exemple en gérant les temps de parole de chacun.

Deux modes de négociation sont possibles. D'une part, les partenaires peuvent négocier en s'envoyant des messages verbaux (mode discussion). D'autre part, ils peuvent agir sur la tâche. Considérons un exemple où les partenaires doivent produire la solution du problème sous forme d'une représentation graphique. L'un des deux peut montrer son désaccord en effaçant l'objet que l'autre vient de

dessiner (mode action). Dans le cadre de ce travail, nous avons investigué les deux modes de négociation, l'action et la discussion.

Trois stratégies de négociation sont possibles. Premièrement chaque collaborateur peut compléter les propositions de l'autre (« mutual refinement »). Deuxièmement, les partenaires peuvent régler verbalement des conflits, en proposant chacun une solution qu'il essaie de vendre à l'autre (« argumentation »). Finalement, un des membres du groupe peut développer une solution en recevant des suggestions, des commentaires positifs ou négatifs de son partenaire (« stand pat »). Les étudiants réunis autour d'un problème dans une séance APP utilisent tour à tour ces trois stratégies de négociation. Chaque stratégie est associée à un type d'acte de communication particulier. Par exemple, le « mutual refinement » est associé avec des actes dits « initiant », comme par exemple OFFRE et des actes dits «réactivant » comme ACCEPTATION ou REJET qui apportent respectivement un feedback positif ou négatif.

Une négociation ne peut avoir lieu que s'il y a quelque chose pouvant conduire à un désaccord. Si la réponse du problème est aussi claire que 2+2=4, il n'y a pas de possibilité de négociation. Pour qu'il y ait négociation, il faut que la tâche présente une certaine complexité. Par exemple, les problèmes posés lors d'une séance APP permettent à chaque membre du groupe de proposer des hypothèses différentes. Afin de remédier à une possible incompréhension, l'étudiant doit les expliciter et s'assurer que ses partenaires ont bien saisi ce qu'il a voulu dire. Si l'apprentissage collaboratif est défini par une compréhension partagée, cela implique que chacun des membres du groupe se construise une représentation des connaissances de l'autre (voir chap. 1.2.4.5. «Grounding»).

1.2.4 Mécanismes de l'apprentissage collaboratif

Comme nous l'avons introduit plus haut, les interactions qui interviennent dans une situation d'apprentissage collaboratif peuvent stimuler certains mécanismes cognitifs impliqués dans l'apprentissage.

1.2.4.1 Conflit cognitif

Selon l'approche socio-constructiviste, c'est au travers des interactions avec les autres, en coordonnant ses approches avec les leurs, que l'individu gère ses nouvelles conceptions du monde (Doise, 1990, cité dans Dillenbourg et al., 1995). Un certain niveau de développement accorde à l'individu certains types d'interactions induisant des états cognitifs nouveaux, qui en retour permettent des interactions plus sophistiquées, etc. Les conflits interpersonnels permettent la coordination des points de vue. Lorsqu'un désaccord se présente entre les membres d'un groupe, des facteurs sociaux les empêchent d'ignorer le conflit et les forcent à trouver une solution. Un simple désaccord, une légère incompréhension peut être aussi efficace qu'un conflit ouvert entre les partenaires. Le conflit doit être verbalisé pour pouvoir favoriser l'apprentissage.

Les individus ont tendance à réaliser des expériences qui confirment leurs hypothèses et rejettent les résultats qui peuvent les contredire. C'est ce qu'on appelle le biais de confirmation. En cas de conflit, il y a peu de chances pour que des partenaires réalisent une expérience ou une analyse de données qui satisfasse une

hypothèse au détriment de l'autre. Comme aucun ne veut abandonner son hypothèse, les partenaires sont obligés de négocier une nouvelle alternative.

1.2.4.2 (Auto-) Explication

Lorsqu'un individu explique quelque chose à un autre individu, il peut y avoir un apprentissage chez les deux membres du groupe (Ploetzner et al, 1999). La quantité de connaissances apprises par celui qui donne l'information semble être reliée aux activités cognitives nécessaires à la construction et à la présentation des explications. La quantité de connaissances apprises par celui qui reçoit l'information dépendrait de la pertinence, de la compréhensibilité et du degré d'élaboration des explications (Webb, 1989).

Ceci conduit Ploetzner et ses collaborateurs (ibid.) a distinguer deux grands types d'explication. L'auto-explication et l'explication aux autres. Dans ce dernier cas, ces auteurs placent les explications sur une échelle d'interactivité : une explication destinée à un auditeur passif et inconnu présente une interactivité beaucoup plus faible qu'une explication mutuelle. L'objectif de ces auteurs est de comprendre comment la construction d'explications et l'apprentissage qui en résulte varie lorsqu'on se déplace sur cette échelle d'interactivité.

Les expériences de Chi et de ses collaborateurs (1989, 1994, cité dans Ploetzner et al, 1999) suggèrent que les auto-explications sont des activités cognitives conduisant à la modification de structures préexistantes et à la construction de nouvelles connaissances. Ces activités peuvent favoriser la compréhension d'un problème.

Intuitivement, il est facile d'imaginer que, lors d'une discussion, la construction d'explications peut favoriser l'apprentissage par l'identification de ses propres lacunes, mais aussi parce que le destinataire de l'explication souligne d'autres incohérences, demande plus d'explication et propose d'autres alternatives. L'expérience de Preier (1996, cité dans Ploetzner et al, 1999) visant à clarifier l'effet de l'explication dans des situations d'enseignement réciproque, ne valide pas cette hypothèse. Ploetzner et ses collaborateurs (ibid.) soulèvent la nécessité de comparer plus systématiquement les processus d'auto-explication et d'explication mutuelle.

1.2.4.3 Induction

Schwartz (1995) compare le degré d'abstraction des représentations de paires et d'individus dans une situation de résolution de problème. Dans une expérience où les sujets doivent répondre à des questions à partir d'un texte complexe, les paires produisent spontanément trois fois plus de représentations abstraites que les individus. Selon Schwartz l'abstraction provient de la nécessité de trouver une représentation commune à partir de perspectives multiples. Les collaborateurs procèdent par induction. L'identification des points communs aux diverses représentations augmente le degré d'abstraction du produit final. La représentation graphique réalisée par étudiants lors d'une séance APP pourrait ainsi favoriser les mécanismes d'induction. Le membres du groupe doivent trouver les points communs aux différentes hypothèses et leur articulation pour pouvoir construire un schéma compris de tous.

1.2.4.4 Internalisation

L'approche socio-culturelle s'intéresse à la relation entre les interactions sociales et les changements cognitifs d'un individu. Selon Vygotsky (1962, 1978, cités dans Dillenbourg et al. 1995), le développement d'un individu apparaît sur deux plans : le niveau inter-psychologique puis le niveau intra-psychologique. Les concepts abordés lors d'une interaction avec un partenaire sont progressivement intégrés dans les structures cognitives de celui qui reçoit une explication. Une fois intégrés, l'individu peut les utiliser dans son propre raisonnement. C'est ce processus que Vygotsky appelle l'internalisation. L'activité de pensée est définie comme une discussion que l'on a avec soi-même (dialogue intérieur) et qui se développe sur la base des discussions que l'on a avec les autres (dialogue social).

L'internalisation décrit plus un effet que les mécanismes qui le produisent. L'appropriation est un des mécanismes par lequel un individu peut changer sa compréhension d'un problème à travers la participation à la résolution commune du problème (Rogoff, 1990, cité dans Dillenbourg ibid.). L'appropriation découle du caractère opportuniste de la collaboration. Chaque partenaire donne un sens aux propositions de l'autre à travers son propre cadre conceptuel. Considérons par exemple deux partenaires, A et B où B montre plus de capacités pour résoudre la tâche en cours. Lorsque A émet une hypothèse, B se l'approprie et l'intègre dans son raisonnement. Il y a apprentissage lorsque A (celui qui est le « moins capable ») ré-interprète ses actions en tenant compte de la façon dont B, le « plus capable », se les est appropriées.

1.2.4.5 Partage de la charge cognitive

Comme nous l'avons vu plus haut dans la caractérisation des situations d'apprentissage collaboratif, une répartition spontanée du travail peut avoir lieu entre les membres du groupe. Un des partenaires se concentre par exemple sur la tâche alors que l'autre s'intéresse plus à la stratégie de résolution du problème. Ce processus spontané peut être vu comme un principe d'économie : le groupe en temps que système essaie d'éviter les redondances. Ce partage pourrait expliquer pourquoi il est plus facile de réguler son partenaire que de s'autoréguler et donc pourquoi les membres d'un groupe améliorent leurs capacités individuelles de régulation (Blaye 1988, cité dans Dillenbourg ibid.). Chez un individu, les processus métacognitifs comme la justification ou l'explicitation de stratégies, entrent en compétition avec les processus de plus bas niveau. Une certaine répartition des rôles peut privilégier les activités métacognitives qui coûtent normalement trop cher. Nos avons que lors d'une séance APP, les activités de régulation étaient assurées par l'animateur et le tuteur. Ceci permet au reste du groupe de plus ce concentrer plus facilement sur la tâche.

Soulignons toutefois que l'interaction elle-même augmente la charge cognitive et qu'elle peut parfois s'avérer néfaste pour l'apprentissage. Il reporte une expérience de Schnotz (1997) qui observe que les individus ont de meilleurs résultats en utilisant des images animées, alors que les paires ont de meilleurs résultats avec des images statiques. Il explique cette différence par une accumulation de la charge due au travail de traitement de l'image animée et de la charge due à l'interaction.

1.2.4.6 « Grounding »

Nous avons vu plus haut que la compréhension partagée dans l'apprentissage collaboratif implique une base commune de compréhension mutuelle, de savoir, de croyances. Le « grounding » est le principe par lequel les partenaires parviennent à constituer cette base commune et la maintiennent, tout au long de l'interaction (Baker et al., 1999). Les nouveaux aspects de la situation, de la tâche peuvent ainsi être pris en compte.

D'après Clark et Schaeffer (1989, cité dans Baker et al. , ibid.), celui qui agit et ses partenaires s'assurent mutuellement de la compréhension de chacun par rapport à un critère qui suffit à la tâche du moment. La nature de ces critères peut varier selon les raisons qui nécessitent le partage de l'information, la nature de l'information et des objectifs des collaborateurs. Les processus du « grounding » impliquent en plus des actions et des hypothèses émises par un des membres du groupe, des processus de diagnostic et de feedback. Le diagnostic permet de contrôler l'état de son collaborateur. Lorsque la compréhension mutuelle est menacée, le feedback peut servir de procédé de réparation.

Pour Clark et Wilkes-Gibbs (1986, cité dans Baker et al., ibid.), ce qui est important, ce n'est pas l'effort individuel produit par le destinataire d'une parole, mais l'effort minimal de collaboration. Le coût de production d'une phrase parfaite peut être plus élevé que le coût des réparations que cette phrase pourrait engendrer. Un sujet s'attache moins à produire une belle phrase compréhensible s'il sait que le destinataire pourra lui dire s'il l'a comprise ou non (Shober, 1993, cité dans Dillenbourg et Jermann, 1999). Dillenbourg et ses collaborateurs (1996), qui s'intéressent plus à l'apprentissage qu'aux facilités de communication, introduisent la notion d'effort optimal de collaboration. Les incompréhensions entre partenaires ne sont pas perçues comme quelque chose qui doit être supprimé, mais plutôt comme un moteur pour l'explication, la justification. Comme nous l'avons discuté plus haut, la construction de la représentation graphique du problème lors d'une séance APP pourrait favoriser les actes de « grounding ». Les étudiants doivent effectivement clarifier systématiquement leurs propositions pour que le secrétaire puisse les intégrer dans le schéma.

Il ne s'agit pas seulement de se mettre d'accord sur le sens des paroles qui surgissent au cours de la conversation. Clarke (1994, cité dans Baker et al., ibid.) défini quatre niveaux de mutualisation des connaissances.

- Contact : savoir si l'interlocuteur peut et veut continuer l'interaction
- Perception : savoir si l'interlocuteur peut et veut percevoir le message
- Compréhension : savoir si l'interlocuteur peut et veut comprendre le message
- Réaction : savoir si l'interlocuteur peut et veut réagir au message et s'il l'accepte ou le refuse

Dans le mécanisme d'appropriation dont il a été question un peu plus haut, un collaborateur réinterprète ses actions en tenant compte de la façon dont l'autre se les est appropriées. Ce mécanisme présente des similitudes avec celui du « grounding ». Au niveau de l'interaction, la ré interprétation paraphrasée peut être vue comme une façon de réparer une incompréhension (« grounding ») ou une façon de reformuler un concept dans un nouveau cadre de référence (internalisation). Au niveau cognitif, les deux mécanismes supposent que chaque partenaire maintient

une représentation des connaissances de l'autre et que chacun d'entre eux déduit des actions, des paroles de l'autre ce qu'il croit, ce qu'il pense. Ces deux mécanismes et celui du partage de la charge de travail sont reliés aux approches de la cognition distribuée (Dillenbourg et Schneider, 1995). Cette théorie voit le groupe comme un unique système cognitif, distribué à travers les individus du groupe. Plutôt que sur l'individu, l'accent est mis sur la représentation commune du problème que construit le groupe. Dans cette perspective, l'apprentissage collaboratif est efficace parce que les membres du groupe apprennent à penser de façon interactive. Les individus tout autant que les outils dont ils s'entourent constituent un système d'interactions très complexe. Pour Pea (1993, cité dans Hewitt et Scardamalia, http), les être humains modifient continuellement leur environnement afin d'organiser et d'optimaliser leurs activités. Cela peut impliquer la création de nouveaux artéfacts, comme la modification d'artéfacts déjà existant. Un rapport scientifique ou une liste de problèmes à résoudre sont des productions humaines qui permettent de structurer les activités d'un individu ou d'un groupe. L'approche de la cognition distribuée considère les êtres humains et les choses comme des infrastructures qui se complètent (Fischer, http). Les premiers ont des connaissances et peuvent les partager et les deuxièmes peuvent stocker les informations (ex. livres), relever les informations importantes (ex. graphiques), ou les analyser (ex. applications informatiques). Penser n'est pas seulement manipuler des objets mentaux, mais c'est aussi interagir avec les autres et avec l'environnement. Un tutorial APP peut être considéré comme un système de cognition distribuée composé des étudiants et du tuteur, ainsi que de leurs productions diverses: liste de tous les éléments du problème à expliquer, arbre de concepts expliquant le problème, liste des objectifs d'apprentissage, etc.

1.3 Apprentissage collaboratif assisté par ordinateur

L'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur englobe toute une série d'environnements répondant aux besoins de différentes situations.

Nous avons introduit, au chapitre précédent, la notion de cognition distribuée. Nous verrons dans la section 1.3.1 comment cette approche peut redéfinir l'organisation des connaissances d'une classe.

Nous avons vu dans le chapitre concernant la négociation, que l'argumentation occupe une place prépondérante au sein des interactions lors de l'apprentissage collaboratif. Deux types de systèmes visant à structurer ces interactions sont présentés au chapitre 1.3.2.

Est-ce qu'un espace partagé peut favoriser l'accès à une conception partagée d'un problème? C'est ce domaine de recherche qui nous intéresse plus particulièrement dans le cadre de ce travail. Nous en présenterons les caractéristiques et quelques réalisations représentatives au chapitre 1.3.3.

1.3.1 CSILE et les communautés de construction de savoir

Hewitt et Scardamalia (http) s'inspirent des théories de la cognition distribuée dont nous avons parlé plus haut pour repenser l'organisation des connaissances des élèves. La classe est perçue comme une communauté de construction de savoirs. Ses particularités sont les suivantes:

- Les productions des étudiants sont visibles par l'ensemble de la classe et sont utilisées comme base pour la production d'autres travaux. Cela permet de tirer profit de la diversité d'expertises des membres de la communauté.
- Le but de la communauté est d'élargir sa connaissance du domaine. La compréhension individuelle est stimulée par la nécessité de se familiariser avec la compréhension collective et le désir de faire progresser ses connaissances.
- Chaque étudiant porte une partie de la responsabilité de l'organisation des investigations de la communauté.

Le réseau permet à un groupe de taille importante de travailler simultanément sur un même problème. Le «Computer-Supported Intentional Learning Environnement» (CSILE) est un système constitué d'applications clientes connectées à une base de données multimédia localisée sur un serveur. Les productions des étudiants (textes, graphiques) y sont stockées au fur et à mesure de l'avancement du projet. Elles peuvent être consultées par l'ensemble de la classe. Les étudiants peuvent établir des connections entre les différentes productions et se forger leur idée sur le problème. La figure 2 montre une représentation de cette connaissance partagée sous la forme d'un réseau. Chaque nœud représente un texte, un dessin ou un autre artéfact que l'on peut accéder directement.

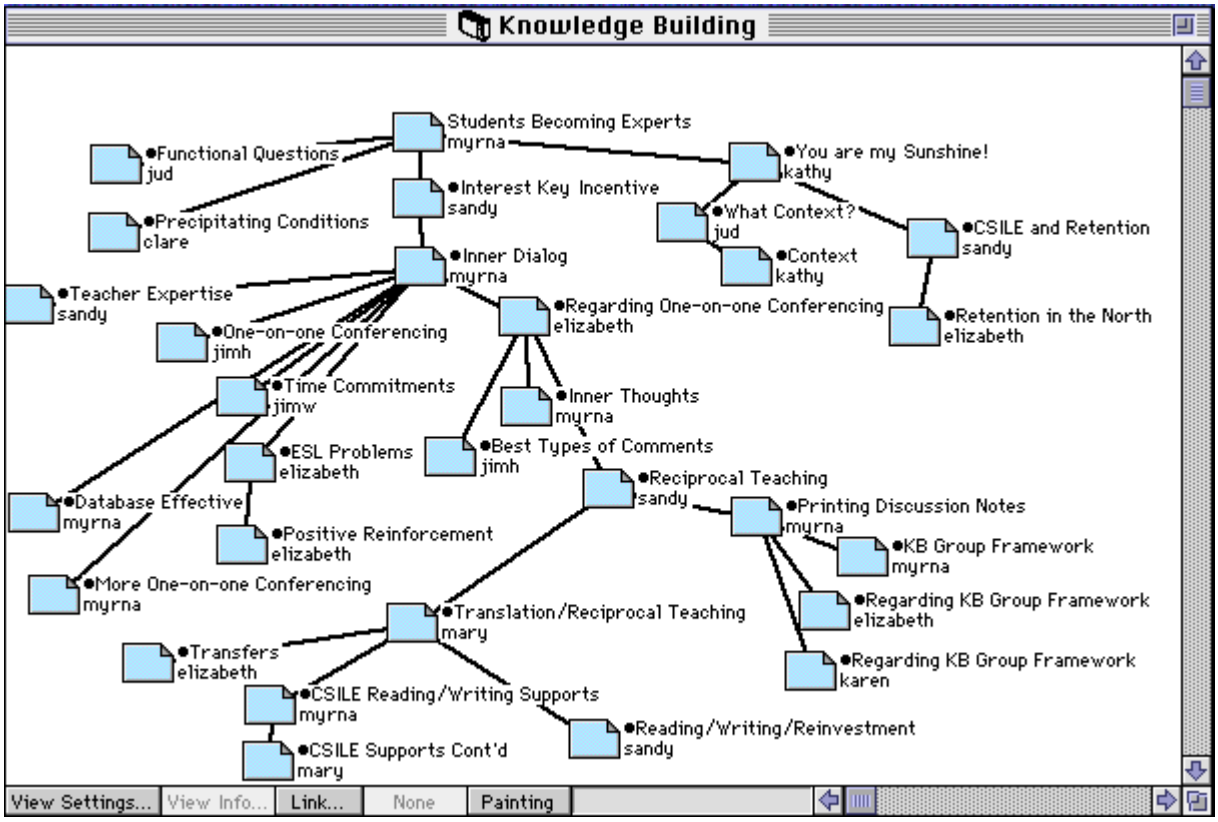


Figure 2. Représentation de la construction de connaissances dans un environnement CSILE.

1.3.2 Systèmes d'argumentation

1.3.2.1 Belvedere

Belvedere est un système qui permet la construction de diagrammes d'argumentation (Suthers, 1998). Chaque information entrée dans l'environnement prend la forme d'une boîte de type «hypothèse», «donnée» ou «non spécifié». L'hypothèse d'un étudiant peut être validée ou réfutée par des données provenant des autres membres du groupe (Figure 3). Les liens entre les boîtes peuvent être de trois types: «pour», «contre», «et» (=lien de conjonction).

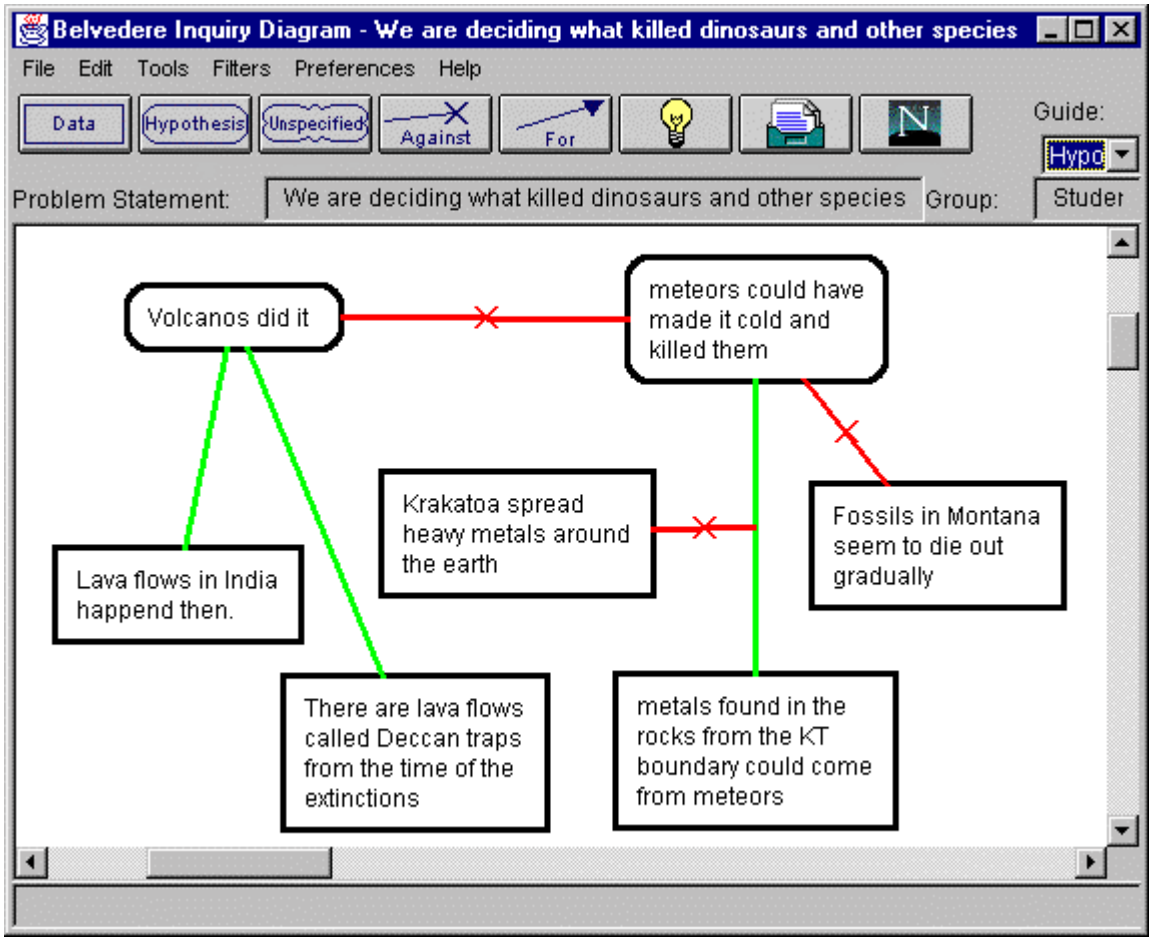


Figure 3. L'interface de Belvedere

Belvedere est utilisé dans le cadre d'enquêtes scientifiques. Les élèves doivent résoudre un problème (ex: «Comment expliquer l'extinction des dinosaures?»). Chaque hypothèse est vérifiée en utilisant les sources d'informations à disposition. Les interactions verbales sont assurées par un outil de communication textuel synchrone. Le système comprend également une base de donnée qui contient l'énoncé du problème, les différentes hypothèses et les arguments positifs ou négatifs ainsi que les références aux sources d'informations. Comme pour CSILE, l'interaction est plutôt basée sur les actions des utilisateurs dans le système, à savoir la construction asynchrone du diagramme d'argumentation.

Nous insistons ici sur le fait que le CSILE et Belvedere ne sont d'aucune utilité sans un scénario d'apprentissage bien défini. L'enseignant pose une question, donne un agenda de travail et éventuellement défini des rôles et les réparti entre les étudiants.

1.3.2.2 Interfaces semi-structurées

Les interfaces semi-structurées permettent de contrôler et de structurer les interactions synchrones en petit groupe, dans le but de favoriser l'incidence de certaines formes d'actes de communication. Dans C-CHENE (Baker et Lund, 1997), deux élèves doivent construire des modèles qualitatifs de stockage, transfert et transformation de l'énergie pour des expériences simples, en utilisant une interface graphique. La fenêtre de communication propose une série de choix d'actes de dialogue, regroupés en quatre catégories: «construire la chaîne» (énergétique), «faire quelque chose d'autre», «se mettre d'accord», «gérer l'interaction» (Figure 4). Pour certains boutons («Je propose de…»), un sous-menu est présenté à l'étudiant qui doit y choisir une proposition, comme par exemple «créer un réservoir». D'autres boutons, comme par exemple «OK», se suffisent à eux même; un simple click envoie le message correspondant dans la fenêtre de dialogue. Finalement, un bouton comme «Je pense que…» permettent à l'étudiant d'entrer du texte libre. Baker et Lund, ainsi que Jermann (1996), ont montré que les étudiants utilisant cette interface de communication présentaient une interaction plus centrée sur la tâche et de nature plus réflective, c'est à dire comportant des actes de dialogue visant à expliquer, évaluer et justifier les solutions proposées.

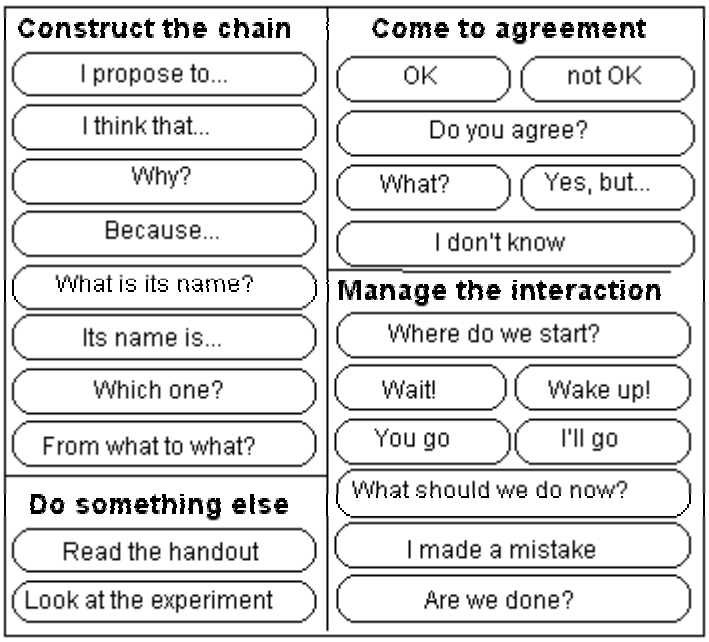


Figure 4. Les boutons de l'interface semi-structurée de C-CHENE

1.3.3 Espaces partagés

1.3.3.1 WYSIWIS et Groupware

Roschelle et Teasley (1989) voient les environnements conçus pour l'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur comme une ressource pouvant médier la collaboration, comme un moyen d'amoindrir l'ambiguïté du langage, de préciser la discussion. Dans leur expérience, "The Envisioning Machine" les étudiants construisent une simulation graphique de trajectoires d'objets lancés en l'air. L'environnement est partagé en deux fenêtres. Sur la première ("observable world"), se trouve une simulation de trajectoire de projectile. Dans la deuxième fenêtre ("newtonian world"), les sujets doivent recréer une trajectoire identique en manipulant des vecteurs de vélocité et d'accélération (Figure 5). Le partage de l'espace de résolution du problème permet la définition de référents communs.

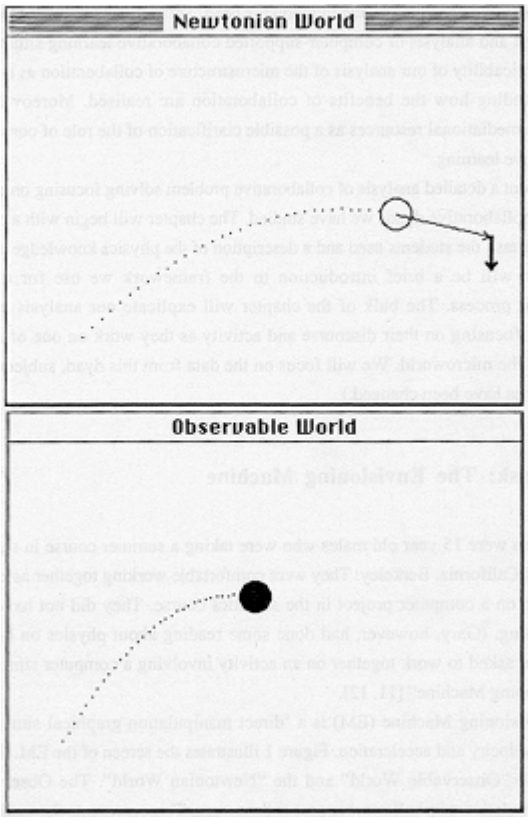


Figure 5. Représentation des deux fenêtres de "The Envisioning Machine"

Cette notion d'espaces partagés est centrale dans le travail collaboratif assisté par ordinateur. Selon Schrage (1989), les espaces partagés ajoutent une nouvelle dimension à la conversation. Cette dimension comprend la représentation symbolique, la manipulation et la mémoire. L'accès à l'espace doit être le même pour tous les collaborateurs. Les participants peuvent interagir par l'intermédiaire de cet espace. Les changements dans la conversation peuvent aboutir à des modifications de l'espace partagé et vice versa. La manipulation conjointe des symboles, des idées, des croquis, des nombres, des mots placés dans cet espace conduit à la construction de nouvelles significations. La construction d'une compréhension partagée requiert un espace partagé. Cette approche a conduit à la conception d'environnements de travail collaboratif basés sur le principe du WYSIWIS («What You See Is What I See»): plusieurs utilisateurs manipulent simultanément les mêmes objets et voient les actions des autres. On appelle ces environnements des «groupware».

Le «Collaborative Learning Laboratory» (CLL) est un groupware qui s'inspire du projet Colab de Xerox PARC et qui permet de soutenir les séances d'APP (Koschmann et al., 1996). Autour de la table, chaque étudiant dispose d'une station à laquelle il peut connecter son ordinateur portable, bénéficiant ainsi d'un clavier et d'un écran de taille normale. Les places de travail ont été conçues de telle manière que le contact visuel avec les autres membres du groupe ne soit pas empêché par les écrans. Le contenu de ces derniers est projeté sur un grand écran visible par l'ensemble du groupe. Les étudiants ont à disposition une variété d'applications bureautiques standard (traitement de texte, tableurs, dessin, etc.). Une application de type «chat», «e-talk», permet la communication textuelle synchrone. Au cours de la discussion, le tuteur peut utiliser «e-talk» pour récolter les réponses à une de ses questions du type « Donnez le diagnostic le plus vraisemblable et justifiez-le», «Listez les ressources que vous pensez utiliser pour étudier ce point», «Quel est l'aspect qui vous paraît le plus important dans ce cas?». Chaque étudiant peut répondre librement sans être influencé par les opinions ou les jugements de ses collègues. Les réponses, attribuées ou non, peuvent être discutées par l'ensemble du groupe. Ces coupes transversales pourront aider le tuteur à évaluer le niveau des étudiants présents et à mieux tirer profit de leurs connaissances.

Lors de la résolution du problème, les étudiants notent les points à éclaircir, les hypothèses, les objectifs d'apprentissage sur un tableau blanc (whiteboard). CLL en propose une version électronique. Pendant la séance, tous les étudiants ont la même vision du whiteboard. Chaque étudiant peut en modifier le contenu et ses actions sont visibles simultanément par l'ensemble du groupe. Les étudiants peuvent organiser leurs notes sur plusieurs niveaux de façon à ce qu'elles soient faciles à consulter. Le groupe crée ainsi une représentation hyper textuelle du problème à travers laquelle les étudiants peuvent naviguer lors de la réunion, pendant leur période d'auto-apprentissage et même plusieurs semaines après la résolution du cas.

1.3.3.2 Awarness tools

Beaucoup de groupware présentent ce que l'on appelle un «relaxed WYSIWIS» (Greenberg, http). Dans ces systèmes, les utilisateurs peuvent changer d'endroit, de vue pour satisfaire aux besoins immédiats de la tâche. Un collaborateur ne sera donc pas toujours en contact avec les objets manipulés par un autre. Par exemple, les réalités virtuelles textuelles comme les MUD/MOO ne sont WYSIWIS que si deux utilisateurs sont dans la même pièce. Cela correspond plus à la manière dont travaillent les grands groupes ou les petit groupes dans des domaines complexes; chaque collaborateur travaille pour lui, recherche de l'information qu'il organise dans un espace privé et qu'il apporte ensuite dans l'espace partagé. Ce type d'environnement peut induire des problèmes d'organisation, de coordination. Il est alors important d'avoir à disposition des outils qui permettent de savoir où est l'autre et ce qu'il est en train de faire. Ces outils sont des «awarness tools». Par exemple, dans le MOO, les noms des personnes connectées et l'endroit où elles se trouvent sont accessibles par une simple commande. Sur un whiteboard, des télépointeurs peuvent marquer la position des curseurs des différents collaborateurs. (Greenberg et Roseman, 1998). Lorsque l'utilisateur voit un curseur vert entrain de dessiner, et qu'il sait à qui appartient cette couleur, il peut en déduire l'action du collaborateur correspondant. Le système de la Figure 6 a) présente des curseurs liés à la position relative des partenaires qui lisent le même texte. Si l'espace de travail est plus grand que la taille de l'écran, les partenaires peuvent connaître leur position relative grâce à l'outil présenté à la figure 6 b).

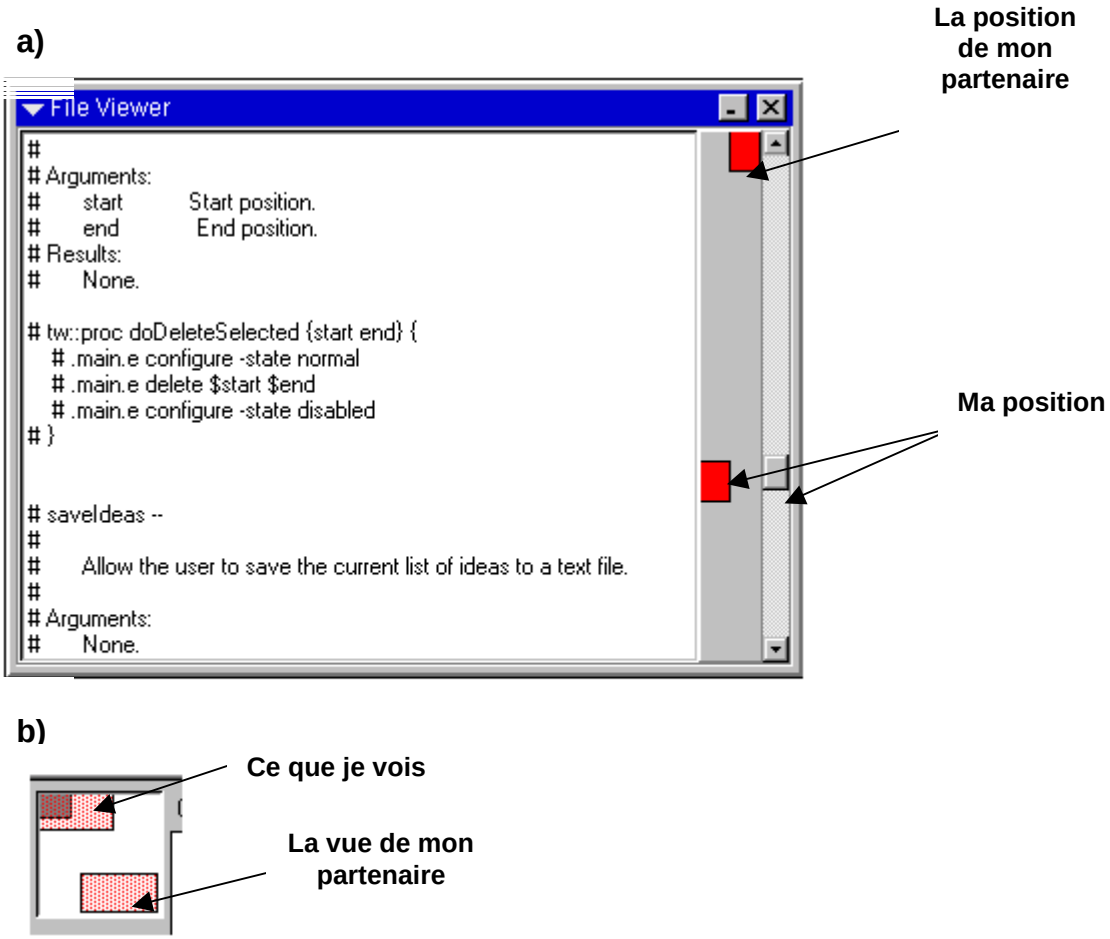


Figure 6. Exemples d'awareness tools. a) Curseurs de position relative dans le texte. Je peux avoir la même vue que celle de mon partenaire en positionnant ma scrollbar à côté de son curseur b) Carte des positions relatives dans l'espace de travail. Lorsque le deux rectangles sont superposés, j'ai la même vue que mon partenaire.

1.3.3.3 Whiteboards et représentation partagée

Pour Schrage (ibid.), l'espace partagé jette un pont entre le langage parlé le langage visuel. Selon lui, nous avons séparé la représentation de l'interaction. Les gens traitent la parole et l'écriture ou la parole et l'image sur un mode binaire; la présence de l'un exclu l'autre. Il faut dire que les outils à disposition pour allier les deux ne sont pas toujours idéaux. Un set de table, dont on se sert pour faire le croquis de la maison idéale, après un bon repas en est un bon exemple. Il n'est pas extensible et l'information qu'il contient est peu flexible. Que faire lorsqu'il est tout barbouillé? Le tableau noir sur lequel des étudiants ont, par exemple dessiné la représentation d'un problème APP, s'efface mais l'information est perdue. Les espaces partagés comme les whiteboard électroniques permettent de construire des représentations symboliques manipulable dont on peut garder une trace.

Nous avons vu plus haut, dans le cas du CLL de Koschmann et ses collaborateurs (ibid.) que le whiteboard permet aux partenaires de représenter

certains aspects du problème. Dans le cas d'une séance APP, ce peut être par exemple une liste de concepts à expliquer ou un arbre de concepts qui explique le problème.

Est-ce qu'une représentation partagée du problème conduit à une compréhension partagée du problème ? Certaines situations d'apprentissage collaboratif peuvent stimuler les mécanismes d'induction; les paires construisent spontanément des représentations plus abstraites que les individus (cf. Chapitre 1.2.4.3). Selon Schwartz (1995), les membres d'un groupe en situation de résolution de problème doivent identifier les points communs de leurs représentations personnelles pour pouvoir se construire une représentation commune du problème. Les environnements de travail/apprentissage collaboratif comme le whiteboard apportent un contexte favorable à la construction de telles représentations.

Comme nous l'avons vu plus haut (Dillenbourg et al., 1996), la mutualisation des savoirs implique qu'un partenaire puisse savoir si son interlocuteur:

- peut et veut continuer l'interaction (s'il a accès à l'objet d'intérêt)
- peut et veut percevoir le message
- peut et veut comprendre le message
- peut et veut réagir à l'action et s'il l'accepte ou la refuse

Dans un whiteboard, l'accès mutuel à l'information est total. Les partenaires A et B connaissent en permanence les objets auxquels l'autre a accès (point 1.). Lorsque A écrit un mot et que B le déplace, A peut en déduire que B a vu le mot (point 2.). Si A demande à B d'effacer le mot et que B le fait, c'est que ce dernier à compris ce que voulait A (point 3.). Finalement, si B biffe le mot que A vient d'écrire, c'est que B n'est pas d'accord avec A.

Dillenbourg et ses collaborateurs (ibid.) montrent que des partenaires qui utilisent un whiteboard pour se mettre d'accord présentent moins d'actes de «grounding» pour les informations simples que ceux qui utilisent le dialogue. Pour un type d'informations au sujet desquelles il ne peut pas y avoir de mésentente ou de désaccord entre les partenaires, le niveau 2 est fourni par le whiteboard et le niveau 4 suit. Par contre, pour les informations présentant une grande probabilité de mésentente, les dialogues de «grounding» sont nécessaires pour passer du niveau 2 au niveau 4. Ils montrent aussi que les paires avec un taux élevé d'actes de «grounding», font moins d'actions redondantes, ce qui veut dire qu'ils maintiennent un meilleur modèle des actions de l'autre.

1.4 Justification de l'étude et questions de recherche

1.4.1 Mieux préparer le bilan APP: «Menace H5N1»

1.4.1.1 Objectifs et description

Nous avons discuté de l'importance de la phase d'élaboration des connaissances ainsi que de l'intégration des différentes disciplines lors de l'auto-apprentissage et de la deuxième séance APP. A la faculté de médecine de Genève, nous constatons malheureusement que beaucoup d'étudiants ont des difficultés à structurer leur apprentissage autour du cas et des objectifs à atteindre, et à sélectionner l'information utile parmi les ressources. Les étudiants reviennent souvent au bilan avec des paquets de connaissances entre lesquels ils n'ont pas construit de lien. Une partie du travail n'a donc pas été réalisée et le tuteur se trouve confronté à une lourde tâche; il doit stimuler l'intégration a posteriori. Les étudiants qui, depuis leur enfance, ont pris l'habitude d'acquérir les connaissances par domaines cloisonnés doivent s'habituer à apprendre de façon plus intégrée. Cela peut prendre plusieurs mois, plusieurs semestres. Comment les aider à mieux structurer leur apprentissage? Lors de la première séance, le tuteur stimule les étudiants à organiser leurs hypothèses de façon graphique sous la forme d'arbres de concepts. Les étudiants sont encouragés à utiliser cet échafaudage graphique élaboré par le groupe pour favoriser l'ancrage des connaissances acquises pendant la période d'auto-apprentissage. Lors de la deuxième séance, le tuteur stimule les étudiants à expliquer le problème en complétant le schéma initial. L'arbre de concepts permet de recentrer les étudiants sur le problème. De plus, c'est au travers de sa réalisation que les étudiants explicitent leur hypothèses afin de construire une représentation partagée du problème.

En 1998, nous avons développé un environnement d'apprentissage collaboratif en ligne, «Menace H5N1», visant à structurer l'auto-apprentissage pendant un problème de la première unité de 2ème année. Cette unité a pour but, d'une part de familiariser les étudiants à la méthode APP et d'autre part de les habituer aux nouveaux outils informatiques, en particulier Internet et la recherche d'informations sur le web. Le thème de l'unité est la grippe et elle comporte quatre problèmes. «Menace H5N1» a été développé pour soutenir l'apprentissage du quatrième problème. Les objectifs de ce dernier, soit les notions de dérive et de saut antigéniques, d'épidémie et de pandémie sont abordés sous la forme d'un problème traitant du virus du poulet de Hong Kong (H5N1).

Le déroulement de l’activité est le suivant:

- Les étudiants ont une première séance APP normale. Ils prennent connaissance du problème, formulent et organisent leurs hypothèses sous forme d’un arbre de concepts, puis identifient leurs objectifs d’auto-apprentissage. Au terme de cette séance, les étudiants ont une brève introduction à l’environnement H5N1 qu’ils vont utiliser pendant leur période d’auto-apprentissage. Ils sont en suite répartis par paires (3 paires par groupe).

- Lors de leur période d’auto-apprentissage, les étudiants travaillent dans « Menace H5N1 ». Il s’agit d’une adaptation de l'environnement de travail collaboratif "STUDIO 309", développé par Dillenbourg et Jermann (http://tecfa.unige.ch/tecfa/teaching/studio/main.php) et reposant sur le principe de la communauté de construction de savoir dont nous avons parlé plus haut : le travail de chacun est visible et utilisable par l’ensemble des personnes travaillant dans l’environnement. La période d’auto-apprentissage est divisée en trois phases (Figure 7). Lors de la première étape, les paires, à partir de leurs objectifs d’apprentissage, identifient des mots-clés pour une recherche sur le web. Dans la deuxième phase, ils recherchent et trient les informations qui pourront leur permettre d’atteindre ces objectifs. Le schéma réalisé pendant la première séance est affiché dans l’environnement. Lors de la dernière phase, les paires font un schéma qui explique le problème. A chaque étape, les étudiants remplissent un formulaire qui résume le résultat de leur travail. Les informations contenues dans chaque formulaire constituent un objet qui est stocké dans une base de données. Les étudiants peuvent visualiser l'ensemble des objets de la base et en utiliser le contenu pour la phase suivante. Les paires et les tuteurs communiquent de façon asynchrone par l’intermédiaire d’un forum électronique hyper news.

- Chaque paire imprime son schéma et le prend au bilan. C’est sur la base de ces différentes représentations du problème que le tuteur articule cette dernière séance.

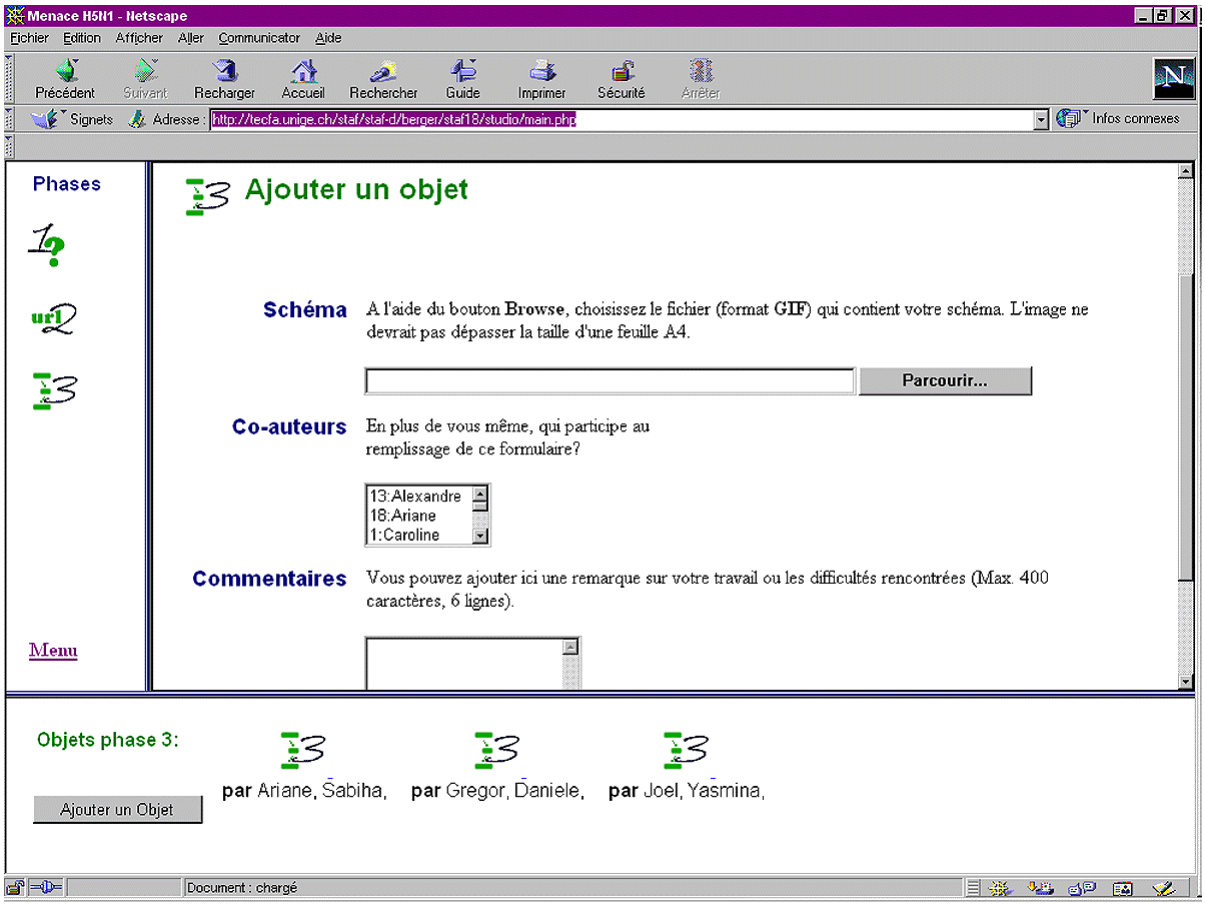


Figure 7. Interface de l'environnement "Menace H5N1". Sur la droite, l'utilisateur a accès aux différentes phases. A partir de la fenêtre du bas, l'utilisateur peut visualiser les objets créés pour une phase donnée, et peut créer un nouvel objet. Le contenu des objets et les formulaires s'affichent dans la fenêtre principale.

1.4.1.2 Résultats

L'environnement a été testé sur deux groupes, soit 12 étudiants et deux tuteurs. Il ressort de l'évaluation du dispositif par les étudiants et les tuteurs que ces activités très structurées étaient beaucoup trop contraignantes dans le peu de temps qui leur était imparti (deux jours plus un week-end).

Certains étudiants ont néanmoins vu dans ce type d'environnement un moyen de stocker, structurer et partager les informations acquises au fil des problèmes. Ils ont émis le désir qu'un outil de ce type soit mis à leur disposition tout au long de l'année, pour y stocker, par exemple les schémas des différents groupes APP pour chaque problème.

La mise en commun des schémas des paires au début de la séance de bilan a eu un effet inattendu. Les tuteurs des deux groupes et certains des étudiants ont rapporté que chaque paire a voulu imposer son schéma au début du bilan. Les

membres des paires étaient fixés sur leur production et ne voulaient pas construire un autre schéma que celui qu'il avaient déjà créé. La discussion en a été momentanément perturbée. La stratégie de l'un des tuteurs a été de choisir un schéma et de stimuler les étudiants à en discuter.

1.4.2 Questions de recherche

Pourquoi les membres des paires de l'expérience réalisées avec "Menace H5N1" ont-ils adoptés une telle position? C'est ce que nous avons essayé de clarifier dans ce travail de mémoire.

Une première hypothèse prend en compte le caractère social du groupe. Les étudiants défendent les productions du groupe auquel ils appartiennent. Des expériences ont montré que les membres de groupes placés en situation de compétition ont tendance à surévaluer les performances de leur groupe (voir Dustin et Davis, 1970). Dans notre cas, le tuteur n'a pas promis une récompense à la meilleure paire. Mais ces étudiants venaient de terminer la première année pendant laquelle la compétition est extrêmement forte. En outre, au début de la 2ème année, le tuteur est sans doute encore perçu comme un juge. Les étudiants sont peut-être arrivés au bilan en pensant que leurs schémas seraient évalués par le tuteur. Cela aurait suffit à induire une situation de compétition entre les paires.

Une autre hypothèse tient plutôt compte des caractéristiques cognitives du groupe. Pour obtenir un schéma commun, les membres d'une paire ont dû discuter leurs points de vue. Au cours de l'interaction, ils ont négocié leur structure cognitive en fonction de celle de l'autre, pour permettre l'émergence d'une représentation partagée. Ils forment un système de connaissance et leur représentation commune du problème en fait partie. Lorsqu'ils se sont trouvés confrontés aux autres paires, ils se sont retrouvés dans la situation de départ; tout était à refaire. C'est la confrontation de ces systèmes qui aurait provoqué ce blocage. Parce que la discussion implique forcément la déconstruction de chacun des systèmes pour permettre une reconstruction aboutissant à un seul grand système.

Si tel est le cas, on peut supposer que le même type de conflit pourrait surgir lorsque deux individus ayant préalablement construit une représentation d'un problème doivent arriver à un accord. On considère alors deux systèmes, composés chacun d'un individu et de sa représentation du problème. Dans ces conditions, nous supposons que les individus tenteront de négocier leurs points de vue, par l'argumentation verbale, mais aussi par leurs actions au cours de la réalisation du schéma. Nous pourrions ainsi mesurer des indices de conflit au niveau du dialogue et au niveau de la réalisation de l'arbre de concept.

Nous avons formulé les questions de recherche suivantes:

1) Lors de la construction d'une représentation d'un problème, les paires dont les individus ont préalablement réalisé une représentation graphique du même problème présentent-elles plus de conflit que les paires dont les individus n'ont pas construit préalablement de schéma:

- Au niveau verbal? Le langage est un médium de choix pour la négociation. Selon notre hypothèse, nous constaterions une plus grande quantité de dialogues d'argumentation dans les paires dont les sujets ont préalablement réalisé un schéma individuel.
- Au niveau du dessin? Comme nous l'avons vu plus haut, le désaccord des partenaires peut s'exprimer par la destruction des éléments graphiques de l'autre. Selon notre hypothèse, l'augmentation de conflit cognitif dans les paires dont les sujets ont préalablement réalisé un schéma individuel se traduirait par une augmentation du nombre de destructions des objets de son partenaire.

2) Observe-t-on plus souvent la domination d'un individu dans les paires dont les membres ont préalablement réalisé une représentation graphique?

- Les schémas communs proviennent-ils systématiquement du schéma d'un des deux sujets dans les paires dont les individus ont préalablement réalisé une représentation graphique?
- Dans ces paires, l'un des deux sujets dessine-t-il et/ou parle-t-il systématiquement plus que l'autre?

2 METHODE

2.1 Dispositif expérimental

2.1.1 Description de la tâche et groupes expérimentaux

Les sujets reçoivent un texte sur le diabète (Annexes - chap. 7.1). Il s'agit d'une adaptation d'un texte de vulgarisation scientifique provenant d'un manuel en ligne destiné à l'éducation des personnes souffrant du diabète (Lundstrom et al., http). Tous les termes scientifiques sont définis et le texte ne présente aucune difficulté majeure. La traduction et les modifications ont été validées par un expert du domaine. Le texte est divisé en cinq parties:

1. «Pourquoi le diabète?» est un paragraphe qui fournit des éléments de motivation pour la lecture du texte et la réalisation de la tâche. On y explique l'incidence de la maladie, et on stimule la curiosité du lecteur à propos des mécanismes qui entrent dans la digestion.
2. «Historique» explique l'étymologie du mot «diabète» et fournit une petite chronologie des grandes découvertes scientifiques dans ce domaine.
3. «Rôle de l'insuline» explique quel est rôle physiologique de l'insuline et établit la relation entre le manque d'insuline et une hyperglycémie.
4. «Symptômes du diabète» expose les symptômes de la maladie en rapport avec des deux principales conséquences du diabète, à savoir l'hyperglycémie et le manque de carburant dans les cellules.
5. «Types de diabète» permet de différencier les deux principales causes du diabète, à savoir un manque de production ou un mauvais fonctionnement de l'insuline.

Dans la première partie de l'expérience, les sujets travaillent individuellement. Ils sont répartis en deux groupes expérimentaux (Figure 8):

- A partir de ce texte, les sujets du premier groupe doivent construire individuellement un schéma qui permettrait de répondre à la question: «Quels sont les causes et les conséquences du diabète?». Les sujets doivent extraire du texte tous les éléments qui sont nécessaires à l'élaboration de la question. Les liens entre les causes et les effets ne sont toujours explicites dans le texte. Par exemple, on explique quel est le rôle de l'insuline, mais, pour répondre à la question les sujets doivent déduire ce qu'il se passe si l'insuline est absente ou défectueuse. La structure du texte ne peut pas servir de modèle pour la représentation graphique. Effectivement, il commence par un historique dont les éléments ne sont pas importants pour répondre à la question, et fini par les causes du diabète, qui constituent logiquement le point de départ de la cascade d'événements conduisant aux symptômes. Les sujets doivent donc réorganiser les éléments importants du texte pour qu'ils correspondent à une séquence cohérente. En raison de la nature graphique de leur tâche, nous appelons ce groupe «Picasso».

- De la même manière, les sujets du deuxième groupe expérimental organisent les éléments importants sous forme d'un résumé textuel. Bien qu'il ne s'agisse pas ici de fleuves poétiques, nous appelons ce groupe «Prévert».

Dans la deuxième partie de l'expérience, des paires de sujets du même groupe expérimental sont formées arbitrairement. Chaque paire provenant des deux groupes expérimentaux doit alors construire un arbre de concept qui représente les causes et les conséquences du diabète. Les paires travaillent dans la même pièce, mais n'ont pas de contact visuel et communiquent à travers de réseau. Les membres du groupe ne se voient pas et communiquent uniquement par l'intermédiaire d'un outil de communication synchrone textuel et de leurs actions de dessin.

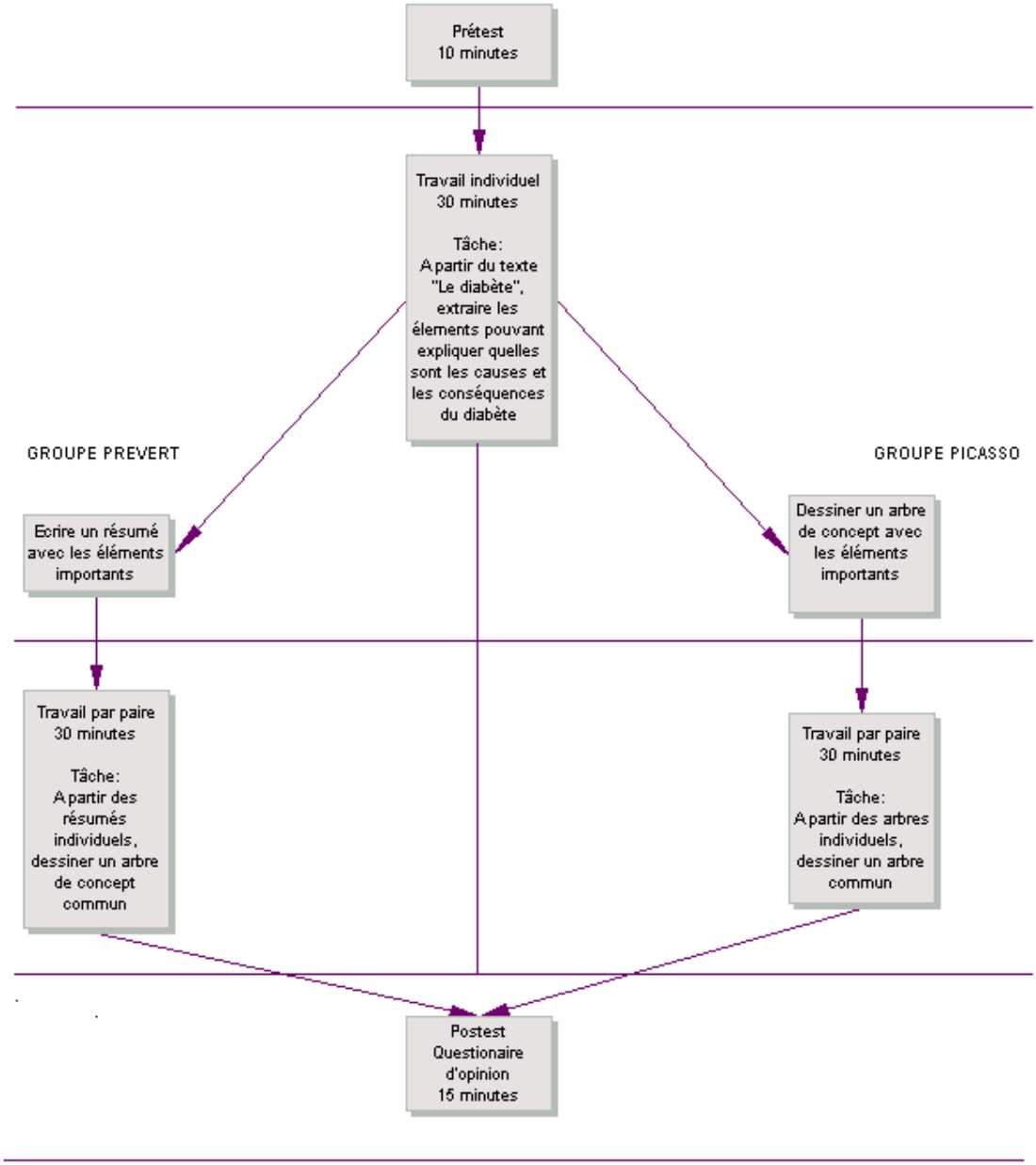


Figure 8. Groupes expérimentaux et déroulement de l'expérience.

2.1.2 Environnement

Les sujets travaillent dans Teamwave, un groupware commercial développé par TeamWave Software Ltd. (www.teamwave.com), proposant toute une série d'outils de travail collaboratif (whiteboard, calendrier, base de donnée…). L'environnement de travail/d'apprentissage est organisé autour d'une métaphore spatiale (Greenberg et Roseman, 1998). L'utilisateur entre dans une pièce à partir d'une liste qui lui est proposée (Figure 9, p. 39). Le contenu de la pièce s'affiche alors dans la fenêtre principale de l'application. Chaque sujet a accès à trois pièces (Annexes, chap. 7.3-7.6):

- Sa pièce personnelle. C'est dans cette pièce qu'il travaille individuellement pendant la première phase de l'expérience. Selon qu'il est un Picasso ou un Prévert, il y dessine un arbre de concept ou il y écrit un résumé.
- La pièce personnelle de son partenaire. Lors de la deuxième partie de l'expérience, il peut aller y consulter le travail de son collègue.
- La pièce commune. C'est dans cette que la paire construit l'arbre de concept commun.

L'environnement est un "relaxed WYSIWIS". Comme nous l'avons vu plus haut, les utilisateurs peuvent changer d'endroit, de vue pour satisfaire aux besoins immédiats de la tâche. Par exemple, l'un des sujets peut retourner voir son travail ou découvrir la production de son partenaire. Si l'autre fait de même, les utilisateurs peuvent se perdre et passer le reste de leur temps de travail à se courir après. Dans Teamwave, un utilisateur peut, à tout moment, savoir où se trouve son partenaire à l'aide "d'awareness tools" particuliers; par exemple, le nom des utilisateurs est inscrit à côté du nom de la pièce dans laquelle ils se trouvent. Lorsque les partenaires sont dans la même pièce l'environnement est WYSIWIS; toutes les actions d'un individu sont simultanément visibles chez l'autre.

Toutes les pièces contiennent:

- Le texte. Ce dernier est affiché dans une application qui possède un «awareness tool» particulier dont nous avons parlé plus haut ; des curseurs colorés représentent la position relative des partenaires dans le texte.
- Une application de communication synchrone textuelle. L'outil est très simple. L'utilisateur entre son message dans une petite fenêtre en bas de l'application et l'envoie par un simple retour de chariot. Le contenu du message est affiché dans la fenêtre principale de l'application. Les concepteurs de Teamwave ont ouvert une partie du code de l'application et proposent un kit de développement pour créer ses propres applications partagées. Nous avons donc créé ce petit outil de communication afin de nous permettre d'enregistrer tous les messages dans un fichier. Chaque ligne de ce dernier comprend: l'heure du message, le nom de l'expéditeur, le contenu du message.

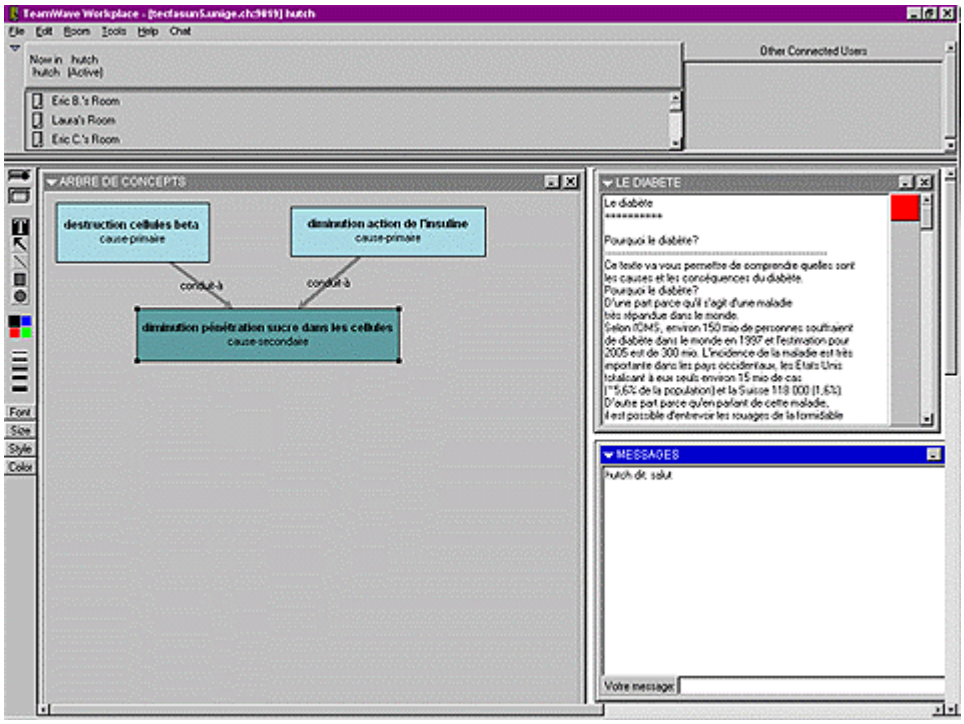
En plus de ces deux outils:

- Les pièces personnelles Prévert contiennent un petit éditeur de texte. C'est sur celui-là que les Prévert écrivent leur résumé.

- Les pièces personnelles Picasso et les pièces communes contiennent un outil spécialisé pour la réalisation d'arbres de concepts. Nous avons repris le code de l'application et l'avons adapté à nos besoins. Les utilisateurs peuvent créer six types de boîtes: «boîte vide», «cause primaire», «cause secondaire», «conséquence primaire», «conséquence secondaire» et «symptôme». Les partenaires peuvent relier les boîtes avec des liens de types: «lien sans nom», «stimule», «inhibe», «empêche», «conduit à». Les symptômes mis à part, le nom des catégories de concepts ont été choisis arbitrairement. Il est effectivement assez difficile de décider si tel ou tel élément du texte est une cause ou une conséquence (a fortiori primaire ou secondaire), puisque dans ce type de séquences toute conséquence est la cause d'une autre conséquence. J'ai choisi ces termes ambigus, d'une part pour forcer les sujets à réfléchir sur cet enchaînement d'évènements, et d'autre part pour stimuler la discussion. Nous avons vu qu'une tâche devait présenter une certaine complexité pour qu'il y ait négociation. Chaque collaborateur peut proposer des hypothèses différentes, et il doit les expliciter pour s'assurer que son partenaire a bien saisi ce qu'il a voulu dire. Comme pour le chat, certaines actions des utilisateurs dans cette application sont enregistrées dans un fichier: création et suppression d'une boîte, création et suppression d'un lien. Chaque ligne du fichier comprend: l'heure, le nom de l'acteur, le type d'action, le numéro de la boîte ou du lien (dans ce dernier cas, nous enregistrons aussi le numéro de la boîte de départ et de celle d'arrivée).

Lorsque les sujets travaillent par paires, chacun peut aller consulter le travail de l'autre. Pour des raisons de limitation de place dans l'environnement de travail, les productions individuelles ne peuvent pas être importées dans les pièces communes. Il n'est pas non plus possible d'importer des parties du schéma ou du résumé dans le schéma commun.

a)



b)

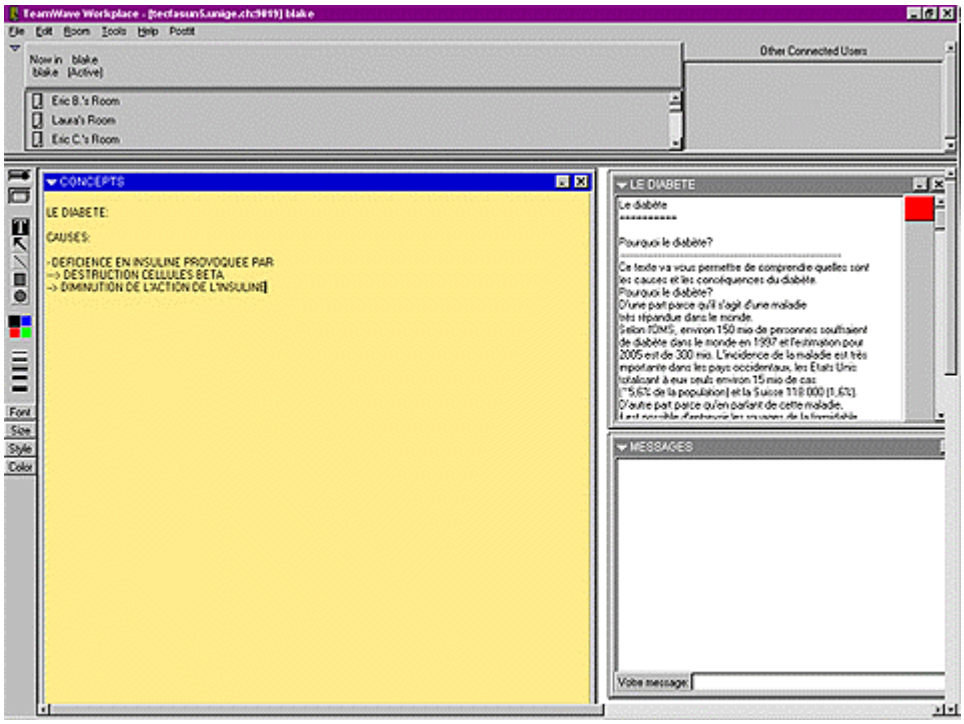


Figure 9. Environnement de travail. a) Pièce Picasso. b) Pièce Prévert.

2.1.3 Déroulement de l'expérience

1. Les sujets ont une brève explication orale sur le déroulement général de l'expérience et sur les principales caractéristiques de Teamwave (navigation, communication, etc.). Comme plusieurs paires des deux groupes expérimentaux sont testées en même temps, des consignes écrites sont distribuées au fur et à mesure de l'expérience. Pour motiver les sujets, je leur parle des cascades de bière fraîche et des montagnes de pistaches qui les attendent à la sortie.
2. L'expérience commence par un prétest sur l'insuline et le diabète (Figure 8). Les sujets ont 10 minutes pour répondre à 3 questions à choix multiples (QCM) et à 6 questions ouvertes à réponses courtes (QROC). Ce test permet d'évaluer les connaissances préalables des sujets. La première partie du test (questions 1 à 4) porte sur l'insuline et son rôle dans le contrôle de la glycémie. La deuxième partie (question 5 à 9) porte sur les causes et les conséquences du diabète (Annexes - chap. 7.2). Les deux dernières questions sont les plus importantes. Elles permettent de relier les symptômes de soif et de coma diabétique avec des conséquences directes du manque d'insuline, respectivement l'hyperglycémie et le manque de carburant dans les cellules. Un sujet qui répond correctement à ces deux questions montre qu'il a compris quelles sont les conséquences d'un manque d'insuline et comment ces dernières conduisent aux symptômes.
3. Les sujets reçoivent les consignes de la première phase (Annexes - chap. 7.3-7.4) et un texte sur le diabète. Les sujets travaillent dans leur pièce personnelles. A partir du texte, les Picasso doivent construire individuellement un arbre de concept qui permettrait de répondre à la question: «Quels sont les causes et les conséquences du diabète?». Les Prévert, quant à eux, doivent organiser les éléments importants du texte sous forme d'un résumé textuel. En plus du texte, chaque sujet reçoit une description de son environnement de travail (en fonction de son groupe expérimental) et des fonctionnalités des différents outils qu'il contient. Les Picasso reçoivent également un exemple d'arbre de concept et une marche à suivre détaillée pour la réalisation de la représentation graphique. Les sujets ont 30 minutes pour réaliser la première tâche. Ils travaillent dans leur pièce personnelle et ne sont pas autorisés à consulter le travail de leur partenaire.
4. Les sujets reçoivent les consignes de la deuxième phase (Annexes - chap. 7.5-7.6). Ils doivent, avec le partenaire qui leur est attribué, construire un arbre de concept qui représente les causes et les conséquences du diabète. L'arbre de concept doit être réalisé dans la pièce commune. Dans les consignes, ils trouvent une explication sur les différents outils à disposition (communication textuelle, lecture du texte, etc.). En plus de ces consignes, les Préverts reçoivent un exemple d'arbre de concept et une marche à suivre détaillée pour la réalisation de la représentation graphique. Les paires ont 30 minutes pour réaliser leur représentation commune.
5. Les écrans des ordinateurs sont éteints. Les sujets remplissent un post-test, identique au prétest. Ils remplissent également un questionnaire d'opinion sur l'expérience (Schéma difficile? Collaboration difficile?…) et un questionnaire (Annexes - chap. 7.7) comportant des données personnelles (âge, sexe, style d'apprentissage schéma vs résumé).
6. Les efforts des sujets sont récompensés: l'apéritif est servi!

2.2 Traitement des résultats

2.2.1 Sujets

Les sujets ont été recrutés parmi une population d'étudiants de 1er, 2ème et 3ème cycle en Sciences de l'Education. Trois expériences ont été réalisées, comprenant respectivement 10 sujets (4 Prévert et 6 Picasso), 14 sujets (6 Prévert et 8 Picasso) et 16 sujets (8 Prévert et 8 Picasso).

Le nombre initial total de sujets se monte à 40, soit 20 paires réparties en 9 Prévert et 11 Picasso.

Trois paires Picasso ont été éliminées. Dans la première, les partenaires n'avaient pratiquement pas parlé, dans la deuxième ils n'avaient presque pas dessiné et la dans la troisième un conflit personnel a opposé les sujets.

A l'arrivée, nous avons donc analysé les productions de 17 paires, soit 9 Prévert et 8 Picasso.

2.2.2 Analyse des pré-test et post-test

La grille de correction suivante a été appliquée aux tests:

Question 1
Qu'est ce qu'est la glycémie?
Réponse: «Taux de sucre dans le sang» = 1 point

Question 2
L'insuline est une hormone produite par:
- ❑ le foie
- ❑ le pancréas
- ❑ les glandes surrénales

Réponse: «le pancréas» = 1 point

Question 3:
La libération d'insuline est activée lorsque:
- le taux de sucres dans le sang augmente
- le taux de sucres dans le sang diminue
- le taux de protéines dans le sang augmente
- le taux de protéines dans le sang diminue

Réponse: «le taux de sucre augmente» = 1 point. Il n'y a pas de point si d'autres réponses sont choisies en plus.

Question 4
L'insuline:
- stimule l'interaction entre le glucose et son transporteur
- favorise la dégradation du glucose dans le sang
- augmente le nombre de transporteurs à la surface des cellules
- favorise la formation de glycogène
- favorise l'apport d'énergie aux cellules

Réponse: «stimule l'interaction entre le glucose et son transporteur» = 1 point; «augmente le nombre de transporteurs à la surface des cellules» = 1 point; «favorise la formation de glycogène» = 1 point; «favorise l'apport d'énergie aux cellules» = 1 point. Il y a donc 4 points en tout. La sélection de «favorise la dégradation du glucose dans le sang» entraîne un point en moins (sauf si c'est l'unique choix, au quel cas on n'attribue aucun point pour la question).

Question 5
Quelle est la cause immédiate du manque l'insuline?
Réponse: cette question a été éliminée en raison de l'inattention de son auteur qui l'a très mal formulée! Il s'agissait plutôt de savoir «Quelles sont les conséquences directes du manque d'insuline?».

Question 6
Quels sont les deux principaux types de diabète? Qu'est-ce qui les différentie?
Réponse: «énumération des deux types, I et II» = 1 point; «I = diminution de la production d'insuline et II= mauvaise utilisation de l'insuline» = 1 point. Le maximum de points pour cette question est 2.

Question 7
Quels sont les principaux symptômes du diabète?
Réponse: 1 point par symptôme (sécheresse tissus, troubles visuels, soif, fatigue, perte de poids, coma, faim), soit 7 points en tout.

Question 8
Comment expliquez-vous la soif excessive des diabétiques?
Réponse: la réponse correcte doit présenter la séquence d'éléments «hyperglycémie→ élimination sucre par les reins→ perte d'eau→message de soif par le cerveau ». Je compte 1 point par élément soit 4 points en tout.

Question 9
Comment expliquez-vous le coma diabétique?
Réponse: la réponse correcte doit présenter la séquence d'éléments «manque de carburant dans les cellules→dégradation des graisses→production de déchets toxiques→coma». Je compte 1 point par élément soit 4 points en tout.

Pour l'ensemble du test, le maximum de points attribués est 24. Les questions les plus difficiles, à savoir les questions 8 et 9 ont été corrigées par deux juges. Une corrélation inter-juges de 0.92 a validé la double correction. Pour ces deux questions, la moyenne des résultats attribués par chacun des deux juges a été utilisée pour les calculs qui suivent.

Le niveau de connaissances des sujet sur le diabète, a été évalué à partir de leur performance totale au pré-test.

La progression entre le prétest et les post-test a été calculée pour la performance globale et pour les questions 8 et 9, prises séparément ou globalement.

2.2.3 Analyse des arbres de concepts

2.2.3.1 Type et performance

Les arbres de concepts ont été classés dans trois catégories (Figure 10):

- Schéma organique: dans ce type de schémas, ce sont les organes qui constituent les éléments de la représentation. La vision des mécanismes est donc assez figurative. Par exemple, on part du tube digestif pour aller au foie, et du pancréas vers les cellules où l'insuline peut exercer son action.
- Schéma conceptuel : dans ce type de schémas, ce sont les relations entre des concepts qui dominent. La représentation est plus abstraite. Par exemple, le sujet fait la relation entre une pénétration diminuée de glucose dans les cellules et l'hyperglycémie.
- Schéma organico-conceptuel: ce type de schéma est un mélange des deux précédents.

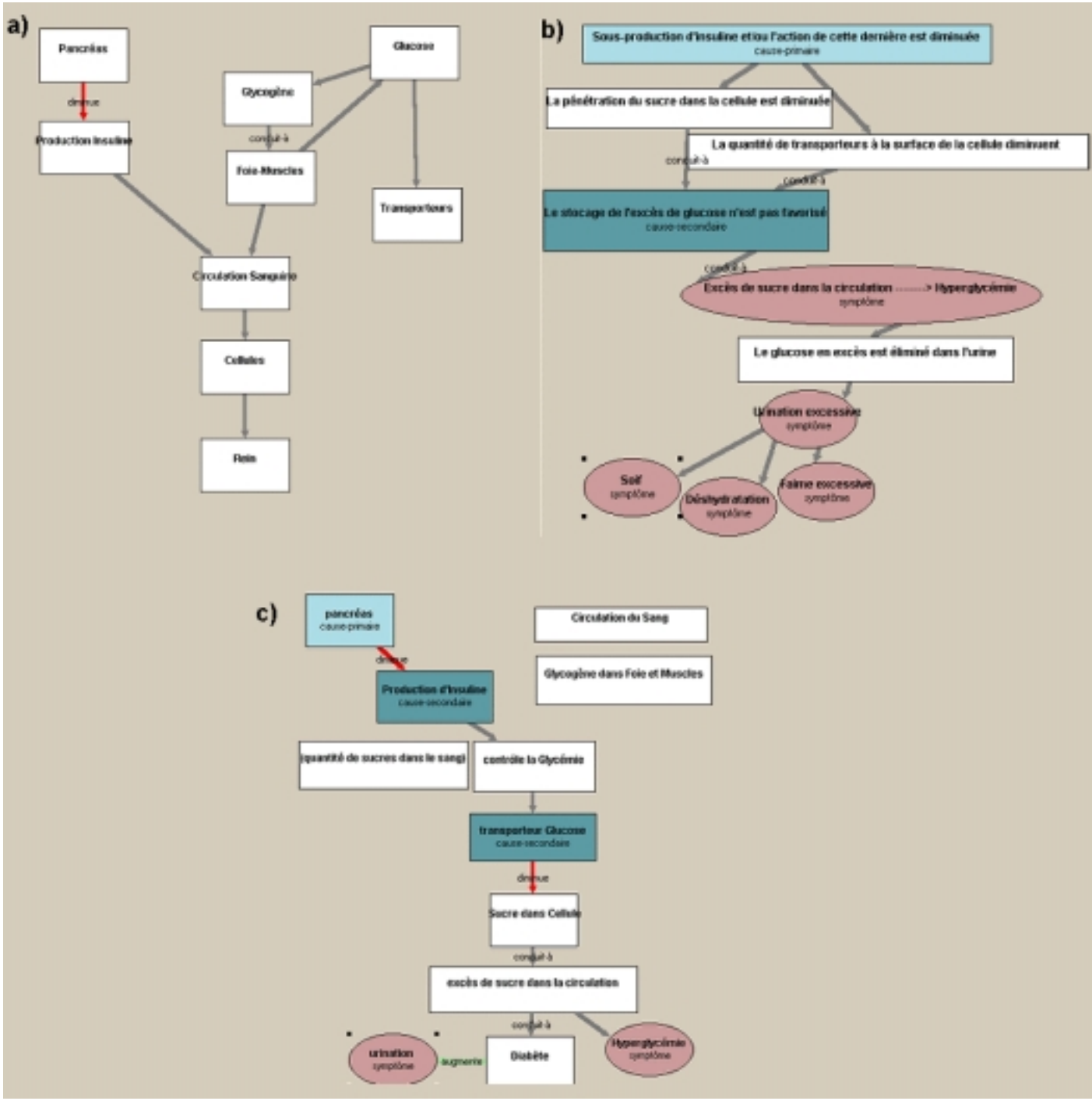


Figure 10. Exemples d'arbres de concepts. a) organique, b) conceptuel, c) organico-conceptuel.

La grille de corrections pour les arbres de concepts a été établie sur la base d'un arbre validé par un expert du domaine (Figure 11). Les éléments du schéma sont regroupés dans 5 catégories qui correspondent aux 5 types de boîtes à disposition dans l'application de dessin:

1. Causes primaires: destructions cellules bêta (1 point) / résistances des cellules due à l'obésité (1 point) → diminution action de l'insuline. Total = 2 points.
2. Cause secondaire: diminution de la pénétration de glucose dans les cellules (1 point). Total = 1 point.
3. Conséquences primaires: hyperglycémie (1 point) / diminution de carburant dans les cellules (1 point). Total = 2 points.
4. Conséquences secondaires: élimination glucose et eau (1 point)→ message soif cerveau (1 point) / digestion des graisses (1 point) → déchets toxiques (1 point) / message faim cerveau (1 point). Total = 5 points.
5. Symptômes: sécheresse tissus, troubles visuels, soif, fatigue, perte de poids, coma, faim. Total = 7 points.

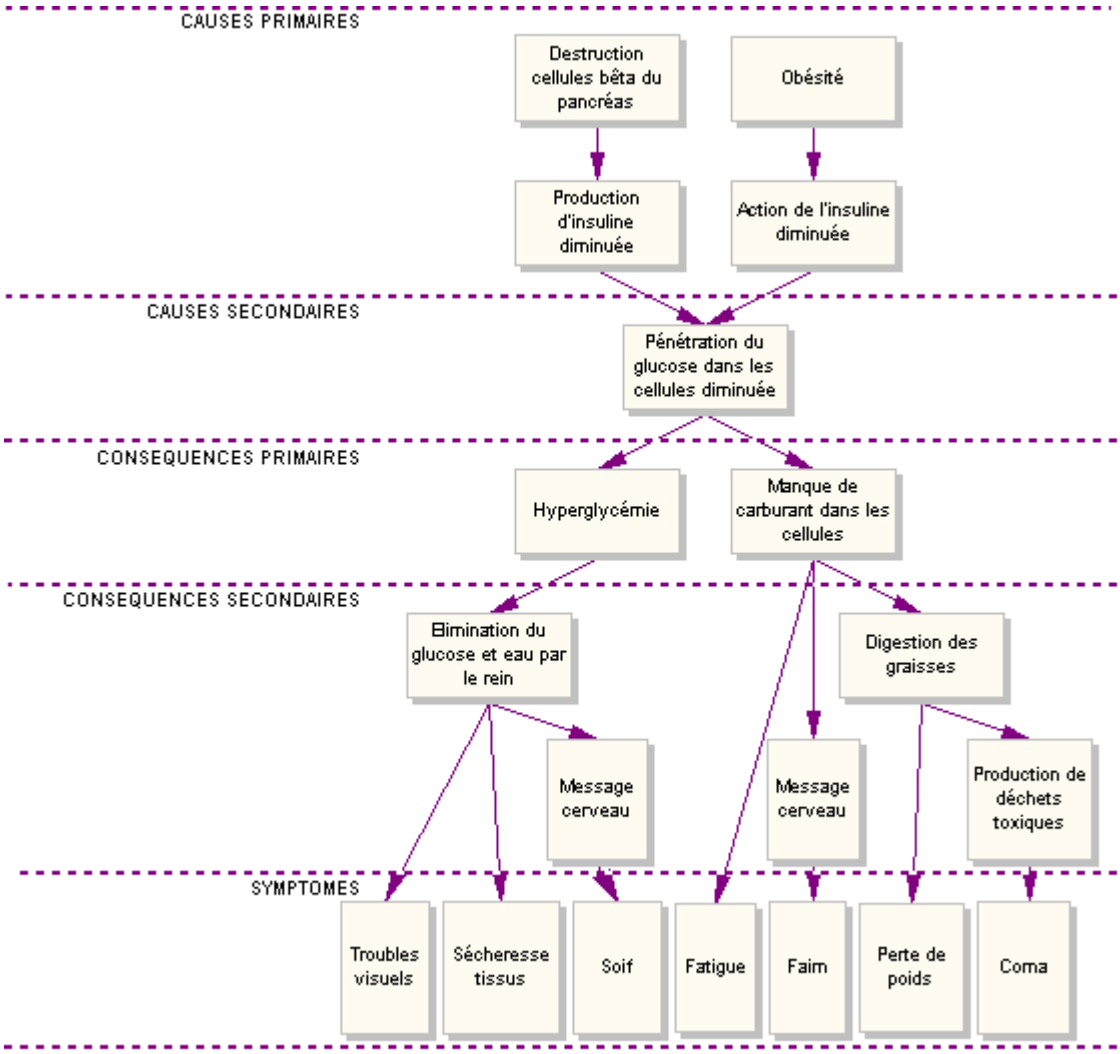


Figure 11. Arbre de concepts utilisé pour la correction.

Pour l'ensemble du schéma, le maximum de points attribués est 17. Le point est attribué si l'élément est présent et que la relation avec l'élément précédent est cohérente, ce même si des étapes ne sont pas mentionnées. Par exemple, on accepte un élément «soif excessive» qui découle directement d'un élément «hyperglycémie». Les arbres individuels et partagés ont été corrigés.

La qualité des résumés des Prévert a été évaluée selon la même grille de correction. Toutes les productions textuelles et graphiques n'ont bénéficié que d'une correction simple.

L'analyse de ces données s'est centrée sur la comparaison des performances globales et par catégorie, avec une attention particulière aux catégories du «centre» (causes secondaires, conséquences primaires et secondaires), qui permettent de relier les causes et les symptômes.

2.2.3.2 Provenance

Pour chaque paire, l'arbre de concept commun a été comparé aux productions individuelles (arbres de concepts et résumés). Ceci a permis d'évaluer la provenance du schéma commun et de répartir les paires en deux catégories:

- «Vainqueur»: le schéma commun ressemble à la production d'un des partenaires
- «Mixte»: le schéma commun contient des éléments des productions des deux partenaires ou est une représentation originale.

L'hétérogénéité de chaque paire, à savoir l'expression des différences de qualité des productions individuelles, a été calculée de la façon suivante. Pour chaque catégorie de la grille de correction du schéma (cause primaire, cause secondaire, etc.), nous avons calculé l'écart entre les performances de chaque sujet de la paire.

2.2.4 Traitement des fichiers de log

A partir des deux fichiers de log, les contributions de chaque paire ont été isolées et stockées dans des fichiers différents.

2.2.4.1 Arbre de concepts

Comme nous l'avons vu plus haut, 4 types d'actions de dessin sont répertoriés: création d'une boîte, destruction d'une boîte, création d'un lien, destruction d'un lien.

Pour chaque sujet de la paire, le nombre d'occurrences de dessin total et par catégorie a été calculé.

Les actions de destruction de boîtes ou de liens ont été réparties dans deux catégories, «auto» ou «trans.» selon que le sujet détruit respectivement, un objet qu'il a créé, ou l'objet d'un autre.

Pour chaque paire, on calcule l'écart entre le nombre d'actions de dessin (création, destruction, globale) de chaque sujet. Nous exprimons ainsi l'asymétrie d'action de la paire.

2.2.4.2 Dialogues

Pour chaque paire, les passages où apparaissent des conflits verbaux avec des dialogues d'argumentation ont été identifiés.

Voici un exemple de passage de ce type:

mortimer: «mais les causes ne sont pas les aliments… il faut changer la boîte cause»
blake: «c'est juste mais le trop de sucre provient du trop plein d'aliments ingurgités»
mortimer: «on peut mettre ensemble aliments, glucose, insuline et cellule… avec des flèches»

Les répliques du dialogue ont été réparties en 5 catégories:

1. Off-task: ce sont celles qui n'ont rien à faire avec l'exercice. Par exemple, «salut, je suis viviana et toi?»
2. Organisation: ce sont celles qui traitent de l'organisation et de la planification de la tâche. Par exemple, «j'ai déjà commencé à faire un arbre je te l'envoie».
3. Technique: ce sont celles qui traitent d'un problème technique. Par exemple, «comment écrire sur la flèche?».
4. Tâche implicite: ce sont celles qui se réfèrent aux actions réalisées dans l'application de dessin. Par exemple, «il faudrait enlever ce nœud».
5. Tâche explicite: ce sont celles qui se rapportent à la tâche mais que l'on peut comprendre sans l'aide du dessin. Par exemple, «j'ai eu beaucoup de peine à identifier les causes primaires».

Pour chaque sujet de la paire, le nombre total de répliques et par catégorie a été calculé.

Pour chaque paire, nous avons calculé l'écart entre le nombre de répliques de chaque sujet. Nous exprimons ainsi l'asymétrie de dialogue de la paire.

Nous nous sommes également intéressé à la nature des dialogues de deux paires vainqueur selon qu'elles présentent une asymétrie d'action et de dialoque croisée ou unilatérale. Dans la première, l'un des sujets dessine plus alors que c'est l'autre qui parle plus. Dans la deuxième, c'est le même sujet qui dessine et qui parle le plus.

3 RESULTATS

3.1 Pré-test et post-test

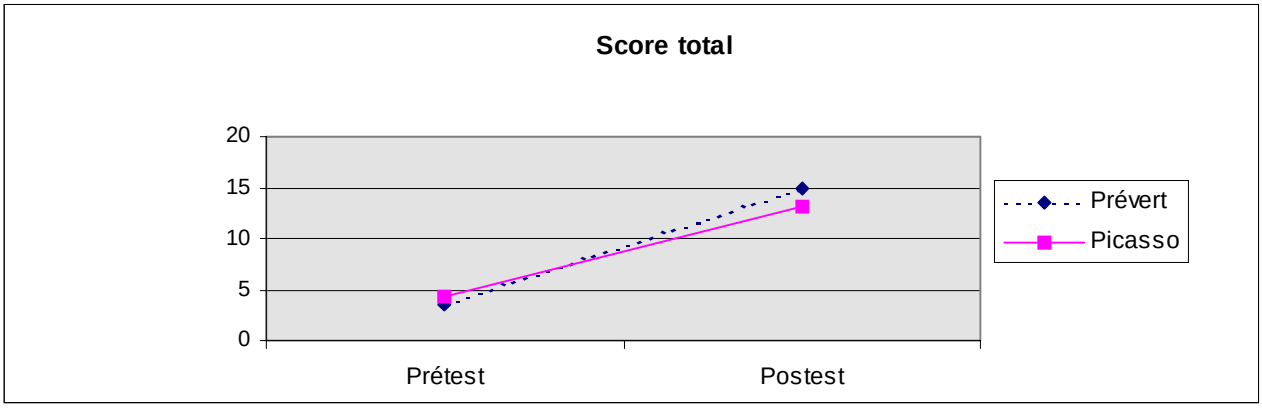
Les sujets présentent très peu de connaissances préalables sur le diabète. La performance moyenne des Prévert est de 3,5 points (sur 24) et celle des Picasso de 4,2. La différence n'est pas significative (T=0,45).

Après l'exercice, la performance moyenne globale des Prévert au post-test se monte à 14,9 et celle des Picasso à 13,1. La performance moyenne pour les questions 8 et 9 est de 2,4 et 1,3 pour les Prévert et de 2 et 1,2 pour les Picasso. Les différences entre les deux groupes expérimentaux ne sont pas significatives (T=0,28 ; T=0,91 ; T=0,28).

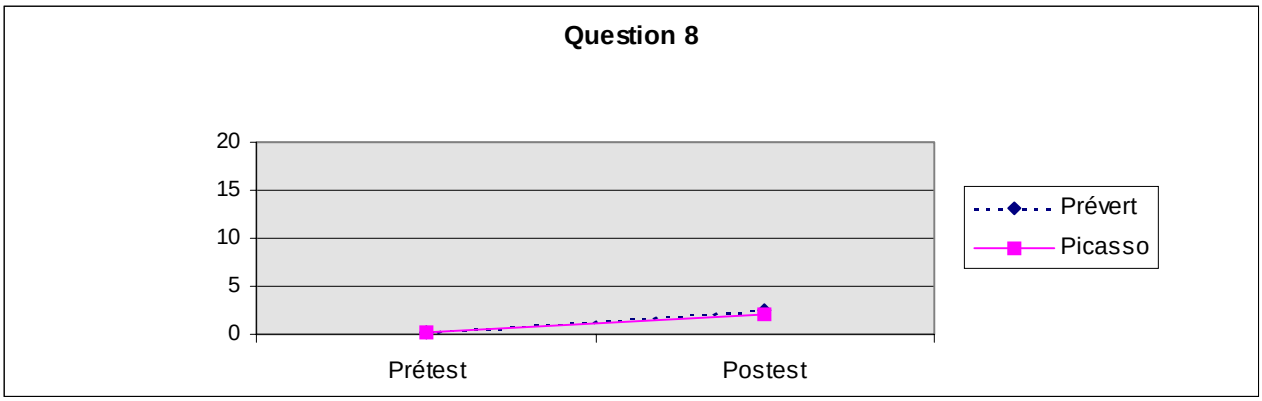
Globalement, les sujets montrent une nette amélioration de leur performances entre le pré-test et le post-test (Figure 12). Il n'y a pas de différence entre les deux groupes au niveau de la progression de la performance aux questions 8 et 9 (2,3 et 1,2 contre 1,8 et 0,9; T=0,22 et T=0,49). Les Prévert présentent une progression globale supérieure à celle des Picasso (11,3 contre 8,8), mais cette différence n'est pas significative (T=0.07).

Selon ces résultats, les Prévert semblent avoir plus profité de l'exercice que les Picasso. Une hypothèse pouvant expliquer cette différence est la suivante. Lors du travail individuel, les Picasso doivent se familiariser avec l'outil de dessin tout en identifiant les concepts importants du texte. Les Prévert, de leur côté, doivent uniquement taper un résumé dans un éditeur de texte. La charge due à l'outil est donc moins importante pour ces derniers qui auraient de ce fait eu plus de temps pour assimiler les concepts.

a)



b)



c)

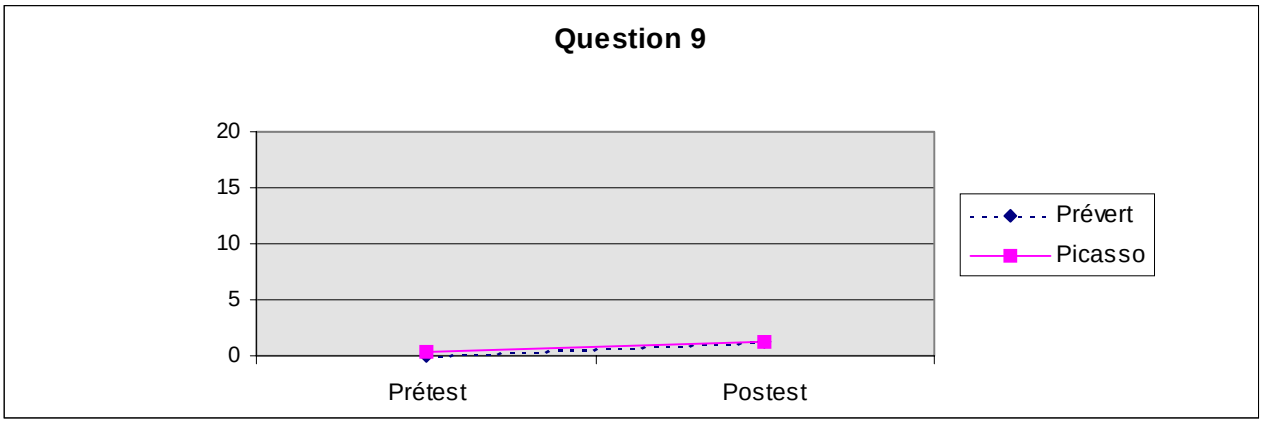


Figure 12. a) Comparaison de la progression entre le prétest et le postest pour les deux groupes expérimentaux. a) Performance totale b) Performance à la question 8. C) Performance à la question 9.

.

3.2 Analyse des actions de dessin

En moyenne chaque Prévert fait 17,8 actions de dessin alors que chaque Picasso en fait 25,2. Les Picasso font donc en moyenne 7 actions de dessin en plus que les Prévert, soit 39% en plus. La différence se situe au niveau des actions de création, avec 14,6 pour les Prévert et 21 pour les Picasso (Figure 13). Ces différences entre Prévert et Picasso pour les actions globales et les actions de création ne sont pourtant pas significatives (T=0,075 NS; T=0,063 NS).

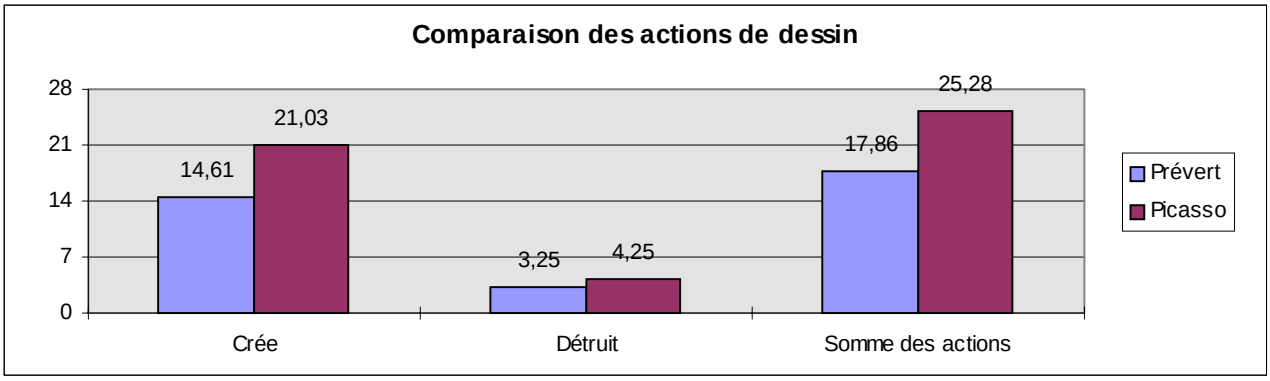


Figure 13. Comparaison des actions de dessin moyennes réalisées par les sujets des deux groupes expérimentaux.

En moyenne un Prévert fait 3,2 actions de destruction contre 4,2 pour Picasso (T=0,39, NS). La majeure partie des actions de destruction d'un sujet, quelque soit le groupe expérimental, est dirigée contre ses objets (Figure 14).

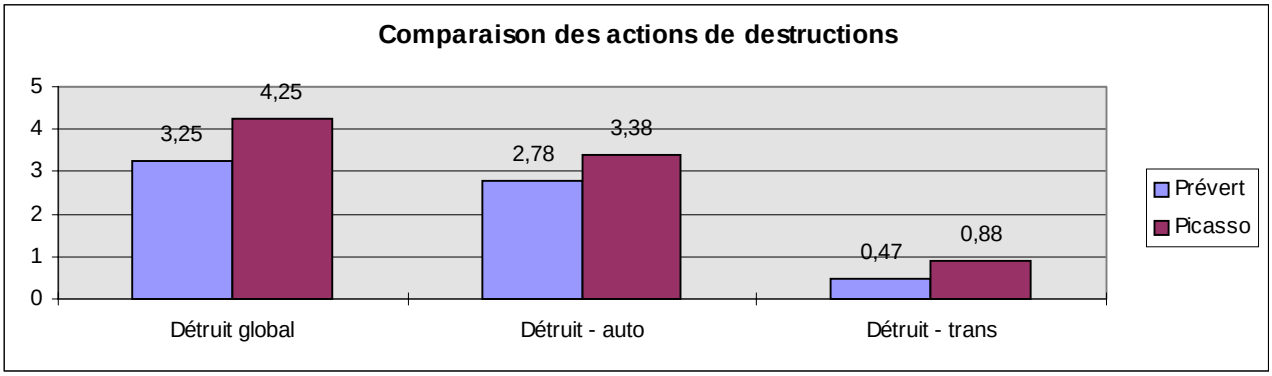


Figure 14. Comparaison des actions de destruction: totales, auto et trans.

Ces résultats montrent que, d'une façon générale, les sujets détruisent peu d'objets et qu'ils n'effacent pratiquement jamais les éléments de leur partenaire. Les sujets modifieraient peu les relations entre les éléments (ils effacent peu de liens) et les types d'éléments (cause primaire, secondaire, etc.) resteraient assez figés. La possibilité de désaccord concernerait alors plus le contenu des éléments, leur label. Notre dispositif ne nous permet malheureusement pas de suivre les noms successivement attribués à un élément du schéma.

Les paires présentent en moyenne une asymétrie au niveau des actions de dessin globales, de création d'objets et de destruction d'objets de respectivement 13.6, 10.3 et 3.6 pour les Prévert, contre 15.5, 12.9 et 3.1 pour les Picasso (Figure 15). Les différences ne sont pas significatives (T= 0.64, T= 0.53, T=0.65). Ces résultats suggèrent que la dominance au niveau des actions de dessin d'un des sujets de la paire n'est pas plus marquée dans un groupe expérimental que dans l'autre.

3.3 Analyse des dialogues

En moyenne, on a compté 20 répliques par sujet. Il n'y a pas de différences entre les Prévert et les Picasso (T=0,91).

Les Prévert présentent une asymétrie moyenne au niveau des actions de dialogue deux fois plus élevée que celle des Picasso (Figure 15), respectivement 9.33 contre 5.06 (T=0.04). Il semble donc que la dominance au niveau du dialogue d'un des sujets de la paire soit plus importante pour les Prévert que pour les Picasso.

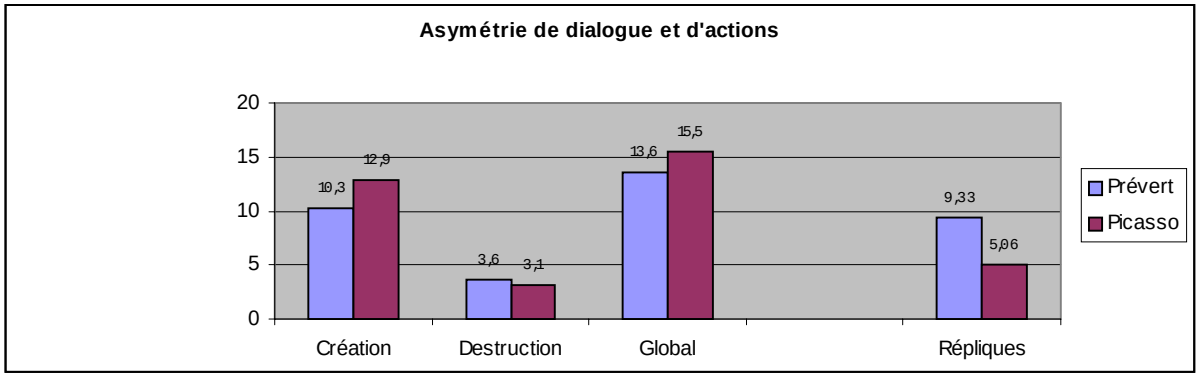


Figure 15. Comparaison de l'asymétrie moyenne des actions de dessin et des répliques entre les deux groupes expérimentaux.

Les Prévert ont tendance à présenter plus de répliques explicites relatives à la tâche que les Picasso (5,1 contre 2,7). Cette différence n'est pas significative (T=0,078; NS). La plupart de ces répliques se rapportent à un problème de choix de type de boîte (voir ci-dessous).

On note 12 dialogues d'argumentation pour les Prévert, soit environ 1 dialogue par paire, qui correspondent à 10,4% de l'ensemble des répliques pour ce groupe expérimental. Chez les Picasso, les 5 dialogues d'argumentation, soit environ 0,5 dialogue par paire, représentent 4,7 % des répliques totales. La longueur des dialogues d'argumentation varie entre 1 et 6 répliques. Le trois quarts des dialogues d'argumentation des Prévert se rapportent à un problème de choix de type de boîte (8 sur 12). On note 3 dialogues de ce type sur les 5 dialogues d'argumentation identifiés chez les Picasso. Par exemple:

lerenard: «Mais est-ce que le risque de coma est un symptôme ou une conséquence?»
lecorbeau: «bonne question mais tous les symptômes sont des conséquences du diabète, non?»

Afin d'essayer de caractériser les interactions des sujets de deux paires qui présentaient un vainqueur, nous nous sommes également intéressés à la nature de leurs dialogues (Annexe - chap. 7.9):

- la paire bonnie et clyde présente des asymétries d'action et de dialogue croisées: clyde, le vainqueur parle plus mais dessine moins.
- la paire asterix et obelix présente des asymétries d'action et de dialogue unitlatérales: astérix dessine plus et parle plus.

La différence réside essentiellement dans le fait que dans la première paire, le vainqueur, clyde, fait beaucoup de répliques en relation avec l'organisation de la tâche, par exemple :" Veux-tu te charger d'améliorer le haut tandis que je m'occupe du bas ou faisons-nous l'inverse?" . Dans la deuxième paire, les répliques sont centrées principalement sur la tâche. Asterix essaie de stimuler obelix qui ne semble pas vraiment impliqué dans la tâche, par exemple: "ouh ouh (….) tu dors?" Obelix se décharge avec des répliques du type: "non je dors pas, je pense" ou encore "oui.. non fait le (le dessin) et je pense encore". Les différences de pourcentage des types de répliques pour les deux paires sont présentées dans le tableau 1.

Sujet	clyde	bonnie			asterix	obelix		
Vainqueur	clyde	clyde	**Somme**	**%**	asterix	asterix	**Somme**	**%**
Out	4	4	**8**	**27**	16	12	**28**	**32**
Organisation	10	4	**14**	**46**	4	6	**10**	**12**
Technique	0	0	**0**	**0**	1	0	**1**	**1**
Tâche-impl.	3	1	**4**	**13.5**	14	15	**29**	**34**
Tâche-expl.	2	2	**4**	**13.5**	11	7	**18**	**21**
Tâche	5	3	**8**	**27**	25	22	**47**	**55**
Tot. dialogue	19	11	**30**		46	40	**86**	
Tot. dessin	9	29	**38**		44	17	**61**	

Tabeau 1. Comparaison des types de répliques entre deux paires contenant un vainqueur, présentant une asymétrie de dialogue et d'action croisée (bonnie et clyde) ou unilatérale (asterix et obelix).

3.4 Analyse des arbres de concepts

3.4.1 Types de schémas

Parmi les schémas individuels, nous avons identifié 1 arbre de concepts organique, 1 organico-conceptuel et 14 conceptuels. Les schémas des paires sont également principalement de type conceptuel (15 contre 2 organico-conceptuel).

3.4.2 Performance

Globalement, la qualité moyenne des arbres de concepts est identique pour les deux groupes expérimentaux (Prévert: 8,1, Picasso: 9,7, T=0,75 ; Figure 16). Les Picasso ont tendance à mieux représenter les causes secondaires (0,5 contre 0,1 ; T=0,08) et les conséquences secondaires (1,6 contre 0,6 ; T=0,15). Rappelons que les causes secondaires permettent de faire le lien entre la diminution d'insuline et les conséquences que sont l'hyperglycémie et la diminution de carburant dans les cellules. Les conséquences secondaires quant à elles permettent de comprendre la relation entre l'hyperglycémie / le manque de carburant et les symptômes du diabète.

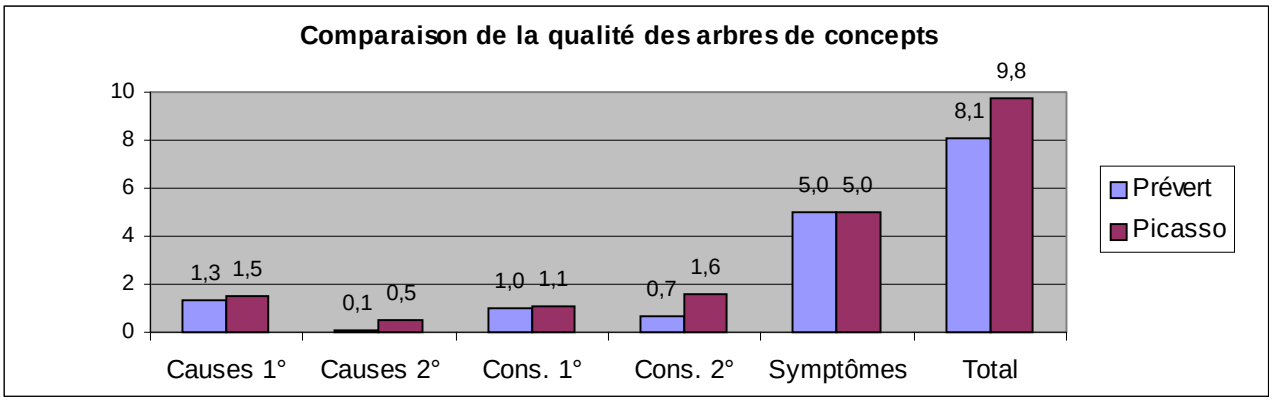


Figure 16. Comparaison de la qualité moyenne globale des arbres de concept ou par catégorie.

Il n'y a pas de corrélation forte entre la qualité des schémas et les performances au postest sur l'ensemble des sujets (R=0,24). Le taux de corrélation est cependant meilleur pour les Picasso (R=0,51 contre R=0,22 pour les Prévert).

3.4.3 Provenance

Si l'on compare les productions individuelles et l'arbre de concept construit par chaque paire, on compte 5 paires "mixte" et 4 paires "vainqueur" chez les Prévert et 4 paires "mixte" et 4 paires "vainqueur" chez les Picasso. L'annexe 7.8 présente un exemple d'arbre mixte et avec vainqueur pour chacun des groupes expérimentaux.

3.4.4 Caractérisation du «vainqueur»

Chez les Prévert, les vainqueurs ont toujours un résumé meilleur que les vaincus (4 sur 4). La tendance est la même chez les Picasso (Annexes - chap. 7.10). Le sujet dont la production individuelle a inspiré la production commune n'a pas systématiquement de meilleures performances au prétest que l'autre. Ces résultats suggèrent que le vainqueur est souvent le plus compétent, mais que cette compétence est davantage exprimée lors de la première phase de l'expérience que lors du prétest.

Parmi les vainqueurs, seulement 3 sur 8 dessinent plus et la moitié parle plus que la vaincu (4 sur 8; Annexes - chap. 7.11). Les vainqueurs ne semblent donc pas s'imposer systématiquement. Il s'agirait plutôt d'une adhésion.

On ne note pas de différence entre les vainqueurs et les vaincus au niveau du style de prise de notes (schéma / résumé), de la difficulté subjective à réaliser le schéma, ou à interagir avec son partenaire (Annexes - chap. 7.12). Ces résultats sont à prendre avec précaution. Il s'agit effectivement de l'opinion des sujets et il aurait fallu des tests spécifiques pour pouvoir l'objectiver.

4 DISCUSSION

4.1 Résultats principaux

Cette étude vise à évaluer l'hypothèse selon laquelle une paire qui construit une représentation graphique de mécanismes physio-pathologiques présente plus de conflit si les sujets qui la composent ont réalisé préalablement une représentation individuelle. A partir d'un texte de vulgarisation scientifique, les sujets doivent produire un arbre de concepts qui met en relation les causes et des conséquences du diabète. Dans notre dispositif, le conflit entre les sujets d'une paire est évalué de trois manières différentes. Premièrement, les sujets des paires dont les membres ont réalisé préalablement une représentation individuelle effacent-ils plus souvent des d'éléments graphiques créés par leur partenaire? Deuxièmement, observons-nous plus de dialogues d'argumentation dans ces paires? Finalement, un des sujets impose-t-il plus systématiquement son schéma? Les résultats présentés plus haut nous fournissent quelques éléments de réponse qui sont discutés dans les chapitres suivants.

4.1.1 Conflit au niveau des actions de dessin

Les actions visant à détruire un élément du dessin créé par son partenaire sont rares. En moyenne, elle correspondent à moins de 15% des actions de délétion, et elles sont réparties entre 6 sujets sur les 34 testés. D'après mes observations lors de l'expérience, les délétions des éléments de son partenaire sont souvent dues à des erreurs de manipulation. Dans une paire, asterix détruit 5 objets d'obelix parce que ce dernier ne maîtrise pas l'outil de dessin et lui demande de le faire.

Ce résultat peut être interprété de la manière suivante: les objets créés par un sujet lui appartiennent et lui seul se donne le droit de les détruire. Il est vrai qu'une délétion a un impact différent d'un message exprimant un désaccord. On se sent moins blessé si notre partenaire nous dit qu'il n'est pas d'accord avec nous que s'il efface une partie de notre travail. L'acte de destruction est irrémédiable. Le dialogue fournit l'instrument d'argumentation qui peut conduire à une destruction consentie par les deux parties. Nous n'avons pas relevé de tels dialogues entre les membres des paires. Ce genre d'échange d'objet est peut-être plus facile lorsque les individus de la paire ont déjà travaillé ensemble et que la confiance s'est installée. Nous aurions pu tester cette hypothèse en proposant à chaque paire un ou deux exercices préalables réalisés à quelques jours d'intervalle, avant l'expérience réelle.

Ce très faible taux d'actions de destruction des éléments de son partenaire ne nous permet pas de comparer les deux groupes expérimentaux au niveau de leur conflit d'action. Dans notre expérience, les conflits des sujets ne sont pas médiatisés par ces actions de destruction. Il est possible que les divergences d'opinion se soient plus exprimées par l'intermédiaire de modifications dans la dénomination des éléments du schéma. Notre dispositif ne permettait malheureusement pas de garder la trace de tels changements.

4.1.2 Conflit au niveau du dialogue

Nous comptons deux fois plus de répliques qui expriment un conflit dans les paires dont les sujets résument le texte individuellement avant de construire le schéma commun. La plupart de ces dialogues est liée à la catégorisation d'une boîte. Ces paires présentent en outre plus de répliques explicites en relation avec la tâche.

Le fait que les Prévert présentent plus de conflit au niveau du dialogue va a l'encontre de notre hypothèse. Nous présentons ici trois raisons qui pourraient expliquer ce résultat.

Premièrement, nous pourrions avancer que les Prévert ont plus de facilité à négocier à partir de leur résumé textuel que les Picasso à partir de leurs schémas. Le graphique est le reflet d'une structure cognitive particulière. Il n'est pas toujours facile de comprendre le langage symbolique et l'organisation d'un autre que soi-même. Dans son dispositif permettant à des paires d'élèves de résoudre des problèmes de physique, Quignard introduit un traducteur de représentation graphique (Quignard, 1999). Comme dans ce travail, les partenaires construisent d'abord individuellement des représentations du problème qui leur est posé. Les schémas sont décodés et traduits en langage naturel avant d'être présentés à l'autre membre de la paire. C'est à partir de cette description verbale que les sujets négocient la nouvelle représentation graphique. Dans notre cas, les Prévert montrent plus de répliques explicites en relation avec la tâche. Ils présenteraient alors plus de recul par rapport à la représentation graphique et auraient de ce fait plus de facilité à argumenter sur leur résumé. Nous constatons toutefois que de telles répliques (et les dialogues d'argumentation) concernent plutôt le choix des types de boîtes que des différences de point de vue pouvant résulter de la confrontation des résumés individuels. Dans le texte, et a fortiori dans les résumés, il n'est fait à aucun moment allusion à cette répartition en causes primaires, secondaires, etc. C'est l'outil qui stimule les discussions concernant l'attribution des types. Les Picasso ont déjà fait l'effort de comprendre ce qu'étaient ces catégories d'éléments graphiques au cours de leur travail individuel. Ils se sentent moins déstabilises par les choix à entreprendre et, de fait, en discutent moins que les Prévert. Les répliques explicites et les dialogues d'argumentation de ces derniers seraient alors moins liés à la nature textuelle de leur travail individuel qu'aux caractéristiques de l'outil de dessin et au design de l'expérience.

Deuxièmement, nous avons vu que les Picasso ont tendance à dessiner davantage. Ils auraient ainsi moins de temps pour parler que les Prévert. Cette explication n'est pas valable, puisque nous avons montré qu'il n'y avait pas de différence au niveau de la quantité de répliques entre les deux groupes expérimentaux.

Une dernière raison est liée au fait que les Picasso ont une plus grande expérience de l'environnement que les Prévert. Ils se le sont approprié et la charge due à l'outil de dessin diminue. Ils peuvent alors mieux tirer profit de l'environnement en réorganisant l'interaction. Il y a un contact étroit entre les actions de dessin et les messages textuels, qui se complètent. Les sujets évitent ainsi les redondances entre les types de communication. Pour évaluer cette hypothèse, il faudrait pouvoir identifier toutes les actions de dessin réalisées entre deux répliques. Nous pourrions enregistrer l'évolution du schéma, par exemple en stockant toutes les commandes informatiques liées aux actions de dessin et en « rejouant » ultérieurement la

construction du dessin. Il serait alors possible de faire coïncider les traces de dessin et de dialogue pour reconstruire et évaluer la totalité des interactions des partenaires.

4.1.3 Issue de la rencontre

Les groupes expérimentaux présentent le même nombre de paires dont la représentation provient d'un des partenaires (vainqueur). Je prendrais ici ce résultat avec précaution. Il est effectivement difficile de comparer les résumés individuels au schéma commun. L'analyse pour les Prévert est donc très subjective et les résultats difficiles à interpréter.

Les Prévert présentent deux fois plus d'asymétrie au niveau du dialogue que les Picasso. Chez les Prévert, un des partenaires prend donc la parole plus souvent que l'autre. Nous avons cherché à caractériser cette asymétrie. Nous distinguons une asymétrie unilatérale d'une asymétrie croisée. Dans la première, celui qui parle le plus est aussi celui qui dessine le plus. Dans la deuxième, celui qui dessine plus parle moins et vice versa. Nous avons analysé les dialogues de paires présentant chacune un des deux types d'asymétrie.

Nous constatons que dans le cas de la paire «croisée», celui qui parle le plus est dédié à la planification de la tâche. Il semble y avoir une répartition des rôles comme l'a décrit Miyake (1986). L'un des deux partenaires se fixe sur la tâche alors que l'autre adopte une fonction d'observateur, de régulateur. Dans notre paire, c'est celui qui parle qui «gagne». L'autre est aussi très actif, au niveau de la quantité d'actions de dessin, comme au niveau de qualité de la communication verbale. La stratégie de négociation de cette paire tient plutôt du « stand pat » (Dillenbourg et Baker, 1996) dont nous avons parlé plus haut. La solution est développée par le « vaincu », qui s'inspire du travail individuel de son partenaire. Ce dernier lui adresse des commentaires positifs ou négatif.

Dans la paire «unilatérale», le «vaincu» a clairement lâché prise. Le vainqueur fait le travail et l'autre «pense»! Salomon et Globerson (1989), dans leur étude visant à caractériser les dérives de l'apprentissage collaboratif, définissent deux effets pouvant éclaircir le fonctionnement de cette paire. L'effet « Free Rider » apparaît lorsque l'un des membres du groupe, se sentant moins compétent, dépense de moins en moins d'effort pour résoudre le problème, et laisse le travail à l'autre, plus motivé et plus compétent. Dans cette paire, le travail individuel du « vaincu » est nettement moins bon que celui de son partenaire. Il le dit lui même dès le départ : « tu as fait un travail marvelous ! ! moi je pense à penser… ». On voit qu'il se sent moins bon et qu'il laisse travailler l'autre. L'effet « Sucker » apparaît lorsqu'un des membres du groupe a l'impression que l'autre lui laisse faire tout le travail. Dans notre cas, le « vainqueur » essaie plusieurs fois de stimuler son partenaire. On perçoit parfois de l'agacement dans ses propos : « ouh ouh - tu dors ? ».

Nos observations suggèrent que l'asymétrie, au niveau des actions de dessin comme au niveau des dialogues, n'est pas toujours un indicateur du bon fonctionnement de la paire. Les deux paires dont nous avons parlé, sont toutes deux asymétrique mais l'une fonctionne et l'autre pas. La nature de l'asymétrie (unilatérale, croisée) doit donc également être prise en compte. Dans notre cas, les Prévert présentent plus d'asymétrie de dialogue que les Picasso. Pour mieux cerner

cette différence et pour essayer d'en comprendre les causes, il aurait fallu caractériser plus systématiquement l'asymétrie de l'ensemble des paires, comme nous l'avons fait avec l'échantillon présenté plus haut. Ce genre d'analyse dépasse toutefois les limites de ce travail et nous ne l'avons pas entrepris.

4.1.4 Synthèse

Les expériences réalisées avec ce dispositif de recherche ne nous ont donc pas permis de confirmer l'hypothèse selon laquelle les paires dont les membres construisent au préalable une représentation graphique individuelle présentent un conflit cognitif augmenté se traduisant par des actes de délétion d'éléments graphiques, de dialogue d'argumentation ou de dominance de l'un des sujets. Nous avions observé que les paires d'étudiants ayant réalisé leur schéma dans le dispositif H5N1 avaient tendance à vouloir l'imposer à l'ensemble du groupe APP lors du bilan du problème. Les résultats que nous avons obtenus ne nous permettent pas d'attribuer cette observation à une augmentation de conflit cognitif. L'hypothèse psycho-sociale selon laquelle les individus défendent les productions de leur groupe pourrait être plus valable dans ce contexte.

Ces résultats doivent toutefois être interprétés avec prudence. Premièrement, nous avons suggéré que le conflit au niveau du dessin se situait peut-être plus au niveau de la modification du nom des boîtes de son partenaire que dans la destruction de ces dernières. Notre dispositif ne permet pas de récolter l'ensemble de ces informations. Nos résultats ne se baseraient donc pas sur la totalité des conflits mesurables au sein de la paire. Il serait dès lors indispensable d'investiguer plus pour pouvoir tirer des conclusions sur les différences d'actions de dessin traduisant un conflit entre les deux groupes expérimentaux.

Deuxièmement, le taux de dialogues d'argumentation est faible. Il représente en moyenne 4 répliques sur 40 pour les Prévert et seulement 2 sur 40 pour les Picasso. Ce constat nous amène à nous demander pourquoi nos paires présentent si peu de conflit, tant au niveau des actions de dessin qu'au niveau du dialogue. Quignard (1999) reporte que les conflits interpersonnels ou les divergences de points de vue ne sont souvent pas suffisants pour stimuler des actes de négociation. Il propose un ensemble de conditions nécessaires à la négociation:

1. Les concepts liés au problème à résoudre peuvent être compris par les participants et les collaborateurs partagent des connaissances de base sur le sujet. Dans notre cas, les sujets ont très peu de connaissances préalables sur le diabète. Le texte est destiné à un publique large, mais certains sujets ont trouvé que les concepts et la relation entre les concepts n'étaient pas toujours faciles à comprendre. Les connaissances de bases sont semblables. Elles comprennent quelques notions sur la digestion, sur les sucres, sur l'insuline et sur certains symptômes du diabète.

2. La nature de la tâche doit permettre aux participants de se forger des opinions différentes sur le problème. Dans notre cas, il y a beaucoup de possibilités pour représenter les causes et les conséquences du diabète.

3. L'outil de communication ne doit pas engendrer une trop grande surcharge. L'interface de communication que nous avons utilisée ne satisfait pas cette

condition. Premièrement, une grande partie des sujets ne sont pas familiarisé avec ce type de médium. Deuxièmement, la communication n'est pas structurée. L'utilisation d'une interface semi-structurée avec des boutons de type «OK» ou «Je ne suis pas d'accord» auraient facilité les interactions et auraient peut-être stimulé les sujets à plus se centrer sur la tâche. Finalement, la position relative des fenêtres de dessin et de communication ne permet pas toujours aux sujets de gérer les deux activités de dessin et de discussion en même temps. Une sonnette liée à l'envoi d'un nouveau message permettrait d'améliorer les choses.

4. La distance conceptuelle entre les solutions des partenaires doit être suffisamment importante. Le système de Quignard forme automatiquement une paire avec deux sujets présentant des vues très différentes du problème. Nos paires ont été formées de façon aléatoire. Comme nous le verrons plus bas, les schéma communs des paires hétérogènes proviennent plus systématiquement d'un des deux partenaires. Notre analyse ne nous a cependant pas permis de montrer une relation entre l'hétérogénéité des paires et la nature des interactions.

5. Le conflit à été ouvertement déclaré, les collaborateurs connaissent leurs divergences. Dans notre dispositif expérimental, cette condition n'est pas satisfaite. Peut-être qu'une consigne du type «Comparez vos schéma et faites une liste des divergences, avant de créer l'arbre de concepts commun» aurait suffit à stimuler l'argumentation.

6. Les participants doivent avoir envie de résoudre le conflit en défendant leur position. Pour cela ils doivent être motivés. Dans notre cas, la tâche suscite peu de motivation. Il aurait peut-être fallu la présenter différemment, sous forme d'un vrai problème à résoudre, par exemple: «Depuis quelques temps, votre amie Zaza ne se sent pas très bien. Elle a perdu beaucoup de poids, à toujours soif, etc. Que se passe-t-il?» .

4.2 Autres résultats

4.2.1 Caractérisation du vainqueur

Nous avons montré que ce sont les paires hétérogènes qui ont des vainqueurs. Les partenaires se basent sur le résumé ou le schéma du meilleur pour dessiner l'arbre de concept. Ce résultat confirme la condition selon laquelle la distance conceptuelle entre les représentations des partenaires doit être suffisante pour produire de la négociation.

Le «vainqueur» ne s'impose pas forcément. Il s'agit plutôt d'une adhésion. Dans l'exemple suivant, c'est le «vaincu» qui veut utiliser le résumé de l'autre comme point de départ.

lecorbeau: as-tu regardé ce que j'ai fait?
lerenard: oui justement, et j'ai vu que tu as synthétisé toutes les causes et leurs conséquences, alors que j'ai tapé un texte
lecorbeau: et maintenant? On doit faire un schéma et réutiliser ces concepts?
lerenard: Oui, mais je crois qu'on va reprendre ton travail
lecorbeau: d'accord!!

4.2.2 Les Picasso présentent un léger avantage

Les Picasso ont globalement tendance à avoir de meilleures performances:

- Ils ont tendance à créer plus d'objets.
- Leur qualité du schéma à tendance à être meilleure.
- Ils montrent une bonne progression entre le prétest et le postest.
- Ils ont tendance à avoir une meilleure corrélation entre la qualité du schéma et la performance au postest.

On peut expliquer ceci de deux façons. Premièrement, et nous l'avons déjà discuté, les Picasso ont une plus grande maîtrise de l'outil. La charge due à l'interface de dessin est plus faible que chez les Prévert car les Picasso l'utilisent deux fois. Deuxièmement, ils ont déjà fait l'effort de passer du texte au schéma. Lors de la deuxième partie, la majeure partie du travail consisterait à réorganisent les éléments des schémas individuel. Les nouveaux éléments graphiques seraient moins nombreux dans ce groupe. Les sujets bénéficieraient donc plus du travail collaboratif que les Prévert. Pour réduire la charge due à l'interface de dessin, nous aurions pu au préalable familiariser les sujets avec l'environnement de travail. Nous aurions ainsi minimisé l'effet de l'apprentissage de l'interface.

4.2.3 Les propriétés de l'outil de dessin influencent la nature de l'interaction

Nous avons observé que la plupart des dialogues d'argumentation portait sur la caractérisation des boîtes. Cette fonctionnalité de l'outil de dessin semble donc avoir rempli son rôle dans la stimulation de la discussion. Selon Suthers (1999), les caractéristiques des outils de représentation ont un effet sur la nature de l'interaction. Il serait intéressant de vérifier l'effet de l'application systématique de ce type d'étiquettes. Dans notre dispositif, les sujets pouvaient, s'il le désiraient, utiliser les boîte sans étiquettes. Il aurait été intéressant de vérifier certaines paires utilisaient plus systématiquement les boîtes typées que d'autres paires et, le cas échéant, d'analyser leurs interactions pour essayer d'en trouver l'explication. Nous pourrions également observer les différences dans la nature des dialogues d'argumentation avec un outil de dessin ne présentant pas d'étiquette, ou avec des étiquettes fixes ou à mettre soi-même.

Nous soulignons toutefois que cet effet a surtout été observé lorsque les sujets n'avaient pas réalisé de représentation graphique individuelle. Nous avions doté l'outil de dessin de cette fonctionnalité en pensant que les sujets discuteraient de leurs éventuelles divergences dans la caractérisation des boîtes des schémas individuels. Nous constatons que de telles paires discutent peu de la caractérisation des éléments du schéma et nous avançons l'hypothèse suivante pour expliquer ce résultat. Les sujets de ces paires, ayant déjà fait l'effort de comprendre ce qu'étaient ces catégories d'éléments graphiques au cours de leur travail individuel, se sentent moins déstabilisés par les choix à entreprendre et de ce fait en discutent moins. Afin de tester cette hypothèse, nous pourrions entraîner au préalable l'ensemble des sujets à réaliser des arbres de concepts physiopathologiques avec ce genre d'outils. Nous pourrions ainsi vérifier si les sujets plus habitués à catégoriser systématiquement les éléments de leur schémas discutent moins des types de boîtes que les sujets moins expérimentés.

5 CONCLUSION ET PROLONGEMENTS

Cette étude visait à évaluer l'hypothèse selon laquelle une paire qui construit une représentation graphique de mécanismes physiopathologiques présente plus de conflit si les sujets qui la composent ont réalisé préalablement une représentation individuelle. Comme indice de conflit, nous avons mesuré les actions de destruction des objets graphiques de l'autre partenaire, les dialogues d'argumentation des paires et l'imposition d'un schéma par l'un des partenaires lors de la réalisation du schéma commun.

Les résultats que nous avons obtenus avec le dispositif expérimental utilisé vont à l'encontre de notre hypothèse. Effectivement, les paires dont les membres n'ont pas réalisé de représentation graphique individuelle présentent plus de dialogues d'argumentation que celles dont les membres ont construit au préalable un schéma. Nous avons toutefois évoqué des retenues sur la solidité de ces résultats et sur l'interprétation que l'on peut en déduire. Premièrement, nous avons constaté que les paires présentaient peu de conflit, tant au niveau des actions de dessin qu'au niveau des dialogues. Deuxièmement, nous n'avons peut-être pas mesuré tous les indices de conflit, comme par exemple, la modification du nom des éléments graphiques créés par son partenaire. Finalement, la charge due à l'appropriation de l'interface a pu, dans une certaine manière, biaiser une partie des résultats, puisque les sujets de l'un des groupes s'étaient déjà familiarisé avec l'outil de dessin lors de la première partie de l'expérience.

A la lueur de ces considérations et des conditions nécessaires à la négociation proposées par Quignard et Baker (1999), nous avons pu identifier certaines lacunes de notre dispositif:

- La tâche proposée au sujets ne représente pas un enjeu suffisamment important pour que ces derniers s'y impliquent et négocient leurs points de vue. Nous aurions pu présenter l'exercice comme un problème réel à résoudre ou sous la forme d'un jeu.

- Les collaborateurs ne sont pas assez conscients de leurs divergences de point de vue. Nous aurions pu préciser qu'ils devaient comparer leur productions individuelles et en discuter pour créer le schéma commun.

- Nous n'avons pas contrôlé l'hétérogénéité des sujets avant de former les paires. Pour stimuler la discussion, il aurait fallu que les sujets d'une paire présentent des productions individuelles très éloignées conceptuellement. Nous n'avions pas les moyens techniques de créer un dispositif permettant de calculer immédiatement la distance conceptuelle des productions individuelles. Compte tenu de la difficulté à trouver des sujets, il n'était pas non plus possible de leur demander de réaliser l'expérience sur deux jours, nous laissant ainsi le temps d'analyser les productions individuelles avant de former les paires.

- Pour ces mêmes raisons, nous n'avons pas pu habituer les sujets à travailler ensemble, par exemple lors d'un exercice préalable. Ceci aurait peut-être facilité les prises de position tranchantes comme la destruction des éléments graphiques de l'autre partenaire.

- Nous n'avons pas non plus laissé aux sujets le temps de s'habituer à l'interface de Teamwave et de l'outil de dessin. Dans une première séance, nous aurions effectivement pu leur présenter un exercice du même type qui leur aurait permis de se familiariser avec l'environnement de travail.

- La charge due à l'outil de communication textuel était trop importante. Une interface semi-structurée aurait facilité les interactions au sein de la paire. Nous ne l'avons pas entrepris pour des raisons techniques et de limitation de temps. Nous aurions par contre pu facilement intégrer une sonnette liée à l'envoi d'un message qui aurait permis une meilleure synchronisation des interactions.

- Nous n'avons pas pris en compte la modification des labels des éléments du dessin dans notre mesure des indices de conflit. L'enregistrement systématique du nom d'une boîte et de ses modifications devrait être possible. Par ailleurs, une meilleure correspondance entre le dialogue et l'évolution du dessin aurait permis de mieux évaluer la co-construction du schéma.

Cette critique du dispositif souligne l'importance des expériences pilotes nécessaires à la réalisation d'un travail de recherche dans ce domaine. Il est en effet très difficile de prévoir à l'avance tous les éléments dont il faudra tenir compte lors de l'expérience. Dans une certaine mesure, ce travail peut donc être considéré comme une investigation pilote qui nous a permis de mettre en évidence certains de ces éléments.

Ce travail nous a également permis d'identifier quelques pistes expérimentales que l'on pourrait explorer lors de recherches futures.

- Comme nous l'avons suggéré plus haut, il serait intéressant de mieux caractériser la manière dont les sujets expriment leur conflit pour ce type de tâche. Dans une expérience comme la notre, les sujets détruisent-ils plus facilement les objets graphiques de leur partenaire s'il ont l'habitude de travailler avec eux? La modification des labels des éléments graphiques de l'autre est-elle un bon indicateur de conflit? Dans nos conditions expérimentales, pourrions-nous observer des différences quantitatives de telles modifications entre nos deux conditions expérimentales?

- Nous avons observé que les dialogues d'argumentation se rapportaient souvent à la caractérisation du type des éléments graphiques, proposé par l'outil de dessin (cause primaire / secondaire, conséquence primaire / secondaire, symptôme). Une piste de recherche serait d'investiguer l'importance de telles fonctionnalités pour la stimulation et la médiation de la négociation.

Dans notre expérience pilote du dispositif H5N1 à la Faculté de médecine, les paires ayant réalisé un schéma du problème lors de leur période d'auto-apprentissage avaient tendance à vouloir l'imposer à l'ensemble du groupe lors de la séance de bilan. Nos résultats ne nous permettent pas d'attribuer cette tendance à une augmentation de conflit cognitif entre les étudiants. L'hypothèse psycho-sociale selon laquelle les individus défendent les productions de leur groupe pourrait être plus valable dans ce contexte. Comme nous l'avons déjà mentionné, il est difficile de tirer des conclusions de nos résultats et d'autres expériences plus approfondies seraient nécessaires pour valider ou invalider cette hypothèse.

Nous n’avons donc pas pu évaluer précisément la pertinence de l’utilisation systématique des productions individuelles réalisées pendant l’auto-apprentissage comme moyen de favoriser la discussion et l’élaboration des connaissances lors du bilan d’un problème APP. Si ce moyen se révélait utile, le tuteur devrait alors être en mesure de déceler rapidement les différences fondamentales entre les schémas et stimuler les étudiants à en discuter. Nous avons observé que les caractéristiques de l’outil de dessin semblaient avoir un impact sur la nature des interactions au sein de la paire. Dans un groupe APP, le tuteur peut jouer ce rôle de médiateur. Lors de la réalisation du schéma du problème, il pourrait plus systématiquement pousser les étudiants à réfléchir sur la position des concepts dans la représentation du problème. Est-ce qu’il s’agit du concept central, ou plutôt d'une cause ou d’une conséquence? A quel niveau de profondeur se situe ce concept? Est-ce un concept fondamental à la compréhension du problème ou un détail? Par l’intermédiaire de ce genre de question, le tuteur pourrait stimuler la discussion et l’argumentation. Un atelier de formation centré sur ces problèmes de création et d’analyse d’arbres de concepts est en cours d’élaboration à la Faculté de Médecine.

Ce travail nous a permis d’entrevoir les applications pratiques de telles études micro-analytiques des interactions lors de situations d’apprentisssage collaboratif. Ces dernières peuvent effectivement fournir à une méthode d’enseignement comme l’APP les moyens de construire de meilleurs scénarios d’apprentissage et de proposer aux enseignants des formations plus adaptées.

6 BIBLIOGRAPHIE

Abrams R. (http) An Overview of Concept Mapping.
http://www2.ucsc.edu/mlrg/clr-conceptmapping.html

Baker M., Hansen T., Joiner R., Traum D. (1999) The Rôle of Grounding in Collaorative Learning Tasks. Dans : *Collaborative Learning, cognitive and computational approches*. Pergamon

Baker M., Lund K. (1997) Promoting reflective interactions in a CSCL environment. Journal of Computer Assisted Learning. 13, 175-193.

Barrows H. S. (1980) Problem-Based Learning. Springer, New York.

Conseil de Faculté de Médecine, Université de Genève (1999) Internal evaluation report on the undergraduate medical teaching at the Faculty of Medicine. http://udrem.unige.ch/enseignement/index.html.

Crahay M. (1999) Psychologie de l'éducation. *Presses universitaires de France*.

Dillenbourg P. (1999) What do you mean by « Collaborative Learning ». Dans : *Collaborative Learning, cognitive and computational approches*. Pergamon

Dillenbourg P, Baker M. (1996) Negociation spaces in human-computer collaborative learning. Dans : *Learning in Humans and Machines : Towards an Interdisciplinary Learning Science.* Elsevier, Oxford.

Dillenbourg P, Baker M., Blaye A., O 'Malley C. (1995) The evolution of research on collaborative learning. Dans : *Learning in Humans and Machines : Towards an Interdisciplinary Learning Science*. Elsevier, Oxford.

Dillenbourg P. et Jermann P. (1999) Mutual Modelling in Computer-Supported Collaborative Learning. *Projet soumis au Fonds National de Recherche Suisse*.

Dillenbourg P. et Schneider D. (1995) Mediating the Mecanisms Which Make Collaborative Learning Sometimes Effective. *International Journal of Educational Telecommunication*. 1(2/3). 131-146.

Dillenbourg P., Traum D., Scheider D. (1996) Grounding in multi-modal task oriented collaboration. *Proceedings of the European Conference on Artificial Intelligence in Education, Lisbon, Portugal*. 415-425.

Dustin D. S., Davis H. P. (1970) Evaluative biais in group and individual competition. *Journal of Social Psychology*. 80. 103-108.

Faculté de Médecine, Université de Genève (1996) Guide sur le rôle et la fonction du tuteur.

Faculté de Médecine, Université de Genève (1996) Guide sur le rôle et la fonction de l'étudiants durant le tutorial.

Fischer G. (http) Distributed Cognition, Learning Webs, and Domain-Oriented Design Environments.
http://www-cscl95.indiana.edu/cscl95/fischer.html

Greeberg S., Roseman M., (1998) Using a Room Metaphor to Ease Transition in Groupware. *Research report 98/611/02, Department of Computer Science, University of Clagary, Alberta, Canada*.

Gutwin C. (http) Workspace Awarness Research.
http://www.cpsc.ucalgary.ca/projets/grouplab/people/carl/research/awarness.html

Hansen T., Dirckinck-Holmfeld L., Lewis R., Rugelj J. (1999) Using Telematics for Collaborative Knowledge Construction. Dans : *Collaborative Learning, cognitive and computational approches*. Pergamon

Hewitt J., Scardamalia M. (http) Design Principles for the Support of Distributed Processes.
http://csile.oise.on.ca/abstracts/distributed/

Jermann P. (1996) Conception et analyse d'une interface semi-structurée dédiée à la co-résolution de problème. Mémoire de DES STAF.
http://tecfa.unige.ch/~jermann/staf/colin-1.html

Koschmann T. D., Kelson A. C., Feltovich P. J., Barrows H. S. (1996) Computer-Supported Problem-Based Learning: A principled approach to the use of computers in collaborative learning. Dans : *CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm. Computers, cognition, and work.* Mahwah, NJ.

Lundstrom R. E., Mordes J. P., Rossini A. A. (http) What is Diabetes?
http://www.ummed.edu/dept/diabetes/handbook/chap01.htm

Miyake N. (1986) Constructive interaction and the iterative process of understanding. *Cognitive Science*. 10, 151-177.

Norman G. R., Schmidt H. G. (1992) The psychological basis of problem-based learning : a review of the evidence. *Academic Medicine*. 9, 557-564

O'Malley C. (1989) Designing Computer Support for Collaborative Learning. Dans : *Computer supported collaborative learning*. Springer, New York.

Ploetzner R., Dillenbourg P., Preier M. Traum D. (1999) Learning to oneself and to Others. Dans : *Collaborative Learning, cognitive and computational approches*. Pergamon.

Quignard M., Baker M. (1999) Favouring modellable computer-mediated argumentative dialogue in collaborative problem-solving situations. *Artificial Intelligence in Education.* S.P. Lajoie and M. Vivet (Eds). IOS Press.

Roschelle J., Teasley S. T. (1989) The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. Dans : *Computer supported collaborative learning*. Springer, New York.

Salomon G. (1995) What Does the Desing of Effective CSCL Require and How Do We Study Its Effects ?
http://www-cscl95.indiana.edu/cscl95/outlook/62_salomon.html

Salomon G. et Globerson T. (1989) When teams do not function the way they ought to. Dans : Peer Interaction, Problem-Solving, and Cognition : Multidisciplinary Perspectives. International Journal of Educational Research. 13(1), 89-99.

Schmidt H. G. (1983) Problem-based learning : rationale and description. *Médical Education*. 17, 11-16.

Schmidt H. G. (1993) Foundations of problem-based learning : some explanatory notes. *Médical Education*. 27, 422-432.

Schrage M. (1989) No more teams! Mastering the dynamics of creative collaboration. *Doubleday, New York*.

Schwartz D. L. (1995) The Emergence of Abstract Representation in Dyad Problem Solving. *The Journal of the Learning Sciences*. 4(3). 321-354.

Shneiderman B., Borkowski E. Y., Alavi M., Norman K. (1998). Emergent Pattern of Teaching/Learning in Electronic Classrooms. *ETR&D*. 46,4. 23-42.

Suthers D. (1998) Computer Aided Education and Training Initiative - Technical Report.
http://advlearn.lrdc.pitt.edu/advlearn/papers/FINALREP.html

Suthers D. (1999) Representational Bias as Guidance for Learning Interactions: A Research Agenda. *Artificial Intelligence in Education.* S.P. Lajoie and M. Vivet (Eds). IOS Press.

Vernon D. T. A., Blake R. L. (1993) Does Problem-based learning work ? A meta-analysis of evaluative research. *Academic Medicine*. 68 550-563.

Vu N. V., Van der Vleuten C. P. M., Lacombe G. (1998) Thinking about student thinking. *Academic Medicine*. 73, S25-S27.

Webb N. M. (1989) Peer Interaction, problem-Solving, and Cognition. Dans : *Peer interaction an learning in small groups. International Journal of Educational Research*. 13, 21-39

7 ANNEXES

7.1 Texte à étudier

Le diabète

Pourquoi le diabète?
Ce texte va vous permettre de comprendre quelles sont les causes et les conséquences du diabète.
Pourquoi le diabète? D'une part parce qu'il s'agit d'une maladie très répandue dans le monde. Selon l'OMS, environ 150 mio de personnes souffraient de diabète dans le monde en 1997 et l'estimation pour 2005 est de 300 mio. L'incidence de la maladie est très importante dans les pays occidentaux, les Etats Unis totalisant à eux seuls environ 15 mio de cas (~5,6% de la population) et la Suisse 118 000 (1,6%). D'autre part parce qu'en parlant de cette maladie, il est possible d'entrevoir les rouages de la formidable mécanique qu'est notre organisme. Nous mangeons tous les jours et nous savons que cette nourriture est indispensable à notre survie. Nous savons également que nos aliments sont composés de graisses, de sucres et de protéines. Mais comment notre corps utilise-t-il ces ressources alimentaires? Comment gère-t-il ses réserves énergétiques? Nous pouvons ici lever partiellement le voile. Ce texte n'a pas pour ambition de vous expliquer tous les mécanismes qui permetttent l'absorption, la transformation, l'utilisation et le stockage des aliments. Nous nous concentrerons plutôt sur une partie restreinte, mais néanmoins fondamentale, de cet énorme mécanique.

Historique
Le nom médical du diabète, diabetes mellitus a des origines grecques et latines.
Diabetes vient d'un mot grec qui signifie siphonner. Effectivement, le signe le plus clair de cette maladie est une urination excessive ! ! !
Mellitus vient d'un mot latin qui veut dire " sucré comme du miel ". En 1679, un médecin goûta l'urine d'un patient et lui trouva une saveur de miel...
Cette maladie a été décrite la première fois en 1500 avant J-C par Ebers Papyrus, mais il fallu attendre la fin du siècle dernier pour que Von Mering et Minkowski fassent un pas vers la compréhension de la maladie en constatant que l'absence de pancréas conduisait au développement d'un diabète. Et ce n'est que dans les années 20 que l'insuline, produite par le pancréas et dont l'absence provoque la maladie a été découverte.

Rôle de l'insuline
L'insuline est une hormone produite par le pancréas pour réguler la quantité de sucre dans le sang (=glycémie). Chez les personnes diabétiques, le pancréas produit trop peu d'insuline, et/ou l'action de cette dernière est diminuée. Pour comprendre pourquoi cette diminution de l'effet de l'insuline conduit au diabète, il faut d'abord expliquer quel est l'effet normal de l'insuline sur le contrôle de la glycémie.
Imaginez que les milliard de cellules qui composent votre organisme sont autant de petites usines possédant toute une série de machines qui accomplissent différentes tâches. Comme toutes les machines, elles ont besoin de carburant. Tous les

aliments que vous mangez quotidiennement sont composés de sucres, de protéines et de graisses qui sont cassés en petits morceaux pour produire le carburant nécessaire. La principale source d'énergie des cellules est un sucre, le glucose. Le glucose entre dans les cellules à l'aide de transporteurs, sortes de portes à tambour qui se trouvent à leur surface.
L'excès de glucose est stocké dans le foie et les muscles sous forme de glycogène, un sucre composé de longues chaînes de glucose mis bout à bout. Entre les repas, lorsque la glycémie diminue, le glycogène du foie repasse dans la circulation sanguine sous forme du glucose qui peut alors être utilisé par les cellules de l'organisme.
Le pancréas est situé dans l'abdomen derrière l'estomac. Certaines de ses cellules, les cellules bêta des Ilôts de Langerhans, produisent l'insuline. Ces cellules " mesurent " constamment la glycémie et lorsque cette dernière dépasse une certaine valeur (~0.9 grammes/litres), l'insuline produite est sécrétée, passe dans la circulation et va agir sur les cellules de l'organisme. L'insuline y stimule la pénétration du glucose de deux façons. Premièrement elle agit directement sur l'interaction entre le glucose et son transporteur, permettant ainsi une meilleure pénétration du sucre dans la cellule. Deuxièmement, elle augmente la quantité de transporteurs à la surface de la cellule, ce qui permet à un plus grand nombre de molécules de glucose d'entrer dans la cellule en même temps. Ce glucose pourra alors être utilisé comme carburant pour les cellules. Dans les cellules du foie et des muscles, l'insuline favorise le stockage de l'excès de glucose sous forme de glycogène.
Lorsque le pancréas ne produit plus d'insuline, ou qu'elle ne fonctionne pas correctement, le glucose a de la peine à entrer dans les cellules. Ceci crée un excès apparent de sucre dans la circulation qui ne peut plus être stocké dans le foie sous forme de glycogène. On parle alors d'hyperglycémie.

Symptômes du diabète
Lorsque la glycémie dépasse un certain niveau, le glucose est éliminé dans l'urine. Imaginez-vous le rein comme une digue. Lorsqu'il y a trop de glucose, il déborde. Et il entraîne avec lui de l'eau, ce qui cause une urination excessive (=polyurie). Cette perte de liquide stimule les messages de sensation de soif envoyés par le cerveau. La polyurie peut conduire à une déshydratation qui se manifeste parfois par un assèchement de la peau. Les fluctuations de la quantité de glucose et d'eau dans le cristallin pendant les périodes de déshydratation peut provoquer des troubles visuels.
Si le glucose ne peut pas pénétrer dans les cellules, ces dernières n'ont pas de carburant, elles " s'affament " et ceci se traduit par une sensation de fatigue. De plus, ce manque de carburant stimule la production de message de faim envoyés par le cerveau ce qui provoque une sensation de faim excessive.
Le corps qui n'arrive pas à utiliser correctement le sucre, va se mettre à utiliser ses graisses de réserve, avec pour conséquence un amaigrissement et la production d'acétone et de déchets acides qui vont perturber le fonctionnement des cellules avec risque de coma.

Types de diabète
Il y a deux principaux types de diabète:
Dans le cas du diabète insulino-dépendent ou de type I, les cellules bêta produisant l'insuline sont détruites par les systèmes de défense de l'organisme. Il n'y a donc plus d'insuline produite.

Chez le diabétique non insulino-dépendent ou de type II, l'insuline est produite, mais elle ne peut pas être utilisée correctement par le corps. C'est la forme la plus fréquente de diabète et elle se développe généralement à partir de 40-50 ans chez les personnes obèses.

7.2 Prétest / postest

Exercice - Partie 1 / - Partie 4 (sans c))
L'exercice se déroule en cinq parties. Voici la première. Remplissez ce petit questionnaire sur le diabète:

a) Veuillez répondre **brièvement** aux questions à réponse ouverte
b) Cochez **la ou les** réponses correctes pour les questions à choix multiple. Attention il peut y avoir **plusieurs** réponses correctes
c) Si vous ne connaissez les réponses, n'essayez pas de deviner et passez directement à la question suivante. Ne vous inquiétez pas, il est normal que vous ne sachiez pas tout. Le but de l'exercice sera de vous permettre d'acquérir ces connaissances!
d) Vous avez environ **10 minutes**. Lorsque vous avez terminé, retournez le questionnaire et **attendez la suite** ☺

1) Qu'est ce qu'est la glycémie? _____

_____

_____

2) L'insuline est une hormone produite par:

- ❑ le foie
- ❑ le pancréas
- ❑ les glandes surrénales

3) La libération d'insuline est activée lorsque:

- ❑ le taux de sucres dans le sang augmente
- ❑ le taux de sucres dans le sang diminue
- ❑ le taux de protéines dans le sang augmente
- ❑ le taux de protéines dans le sang diminue

4) L'insuline:

- ❑ stimule l'interaction entre le glucose et son transporteur
- ❑ favorise la dégradation du glucose dans le sang
- ❑ augmente le nombre de transporteurs à la surface des cellules
- ❑ favorise la formation de glycogène
- ❑ favorise l'apport d'énergie aux cellules

5) Quelle est la cause immédiate du manque l'insuline? _____

_____

_____

6) Quels sont les deux principaux types de diabète? Qu'est-ce qui les différentie?

7) Quels sont les principaux symptômes du diabète?

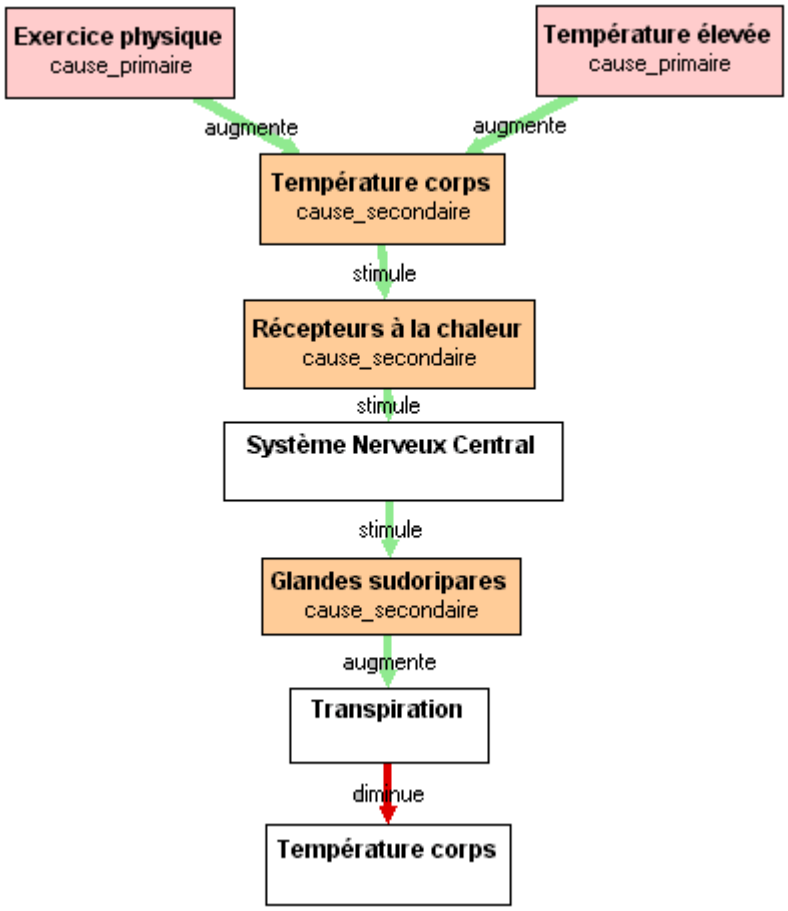
8) Comment expliquez-vous la soif excessive des diabétiques? Vous pouvez utiliser un style télégraphique

9) Comment expliquez-vous le coma diabétique? Vous pouvez utiliser un style télégraphique

7.3 Exercice - Partie solo, groupe Picasso

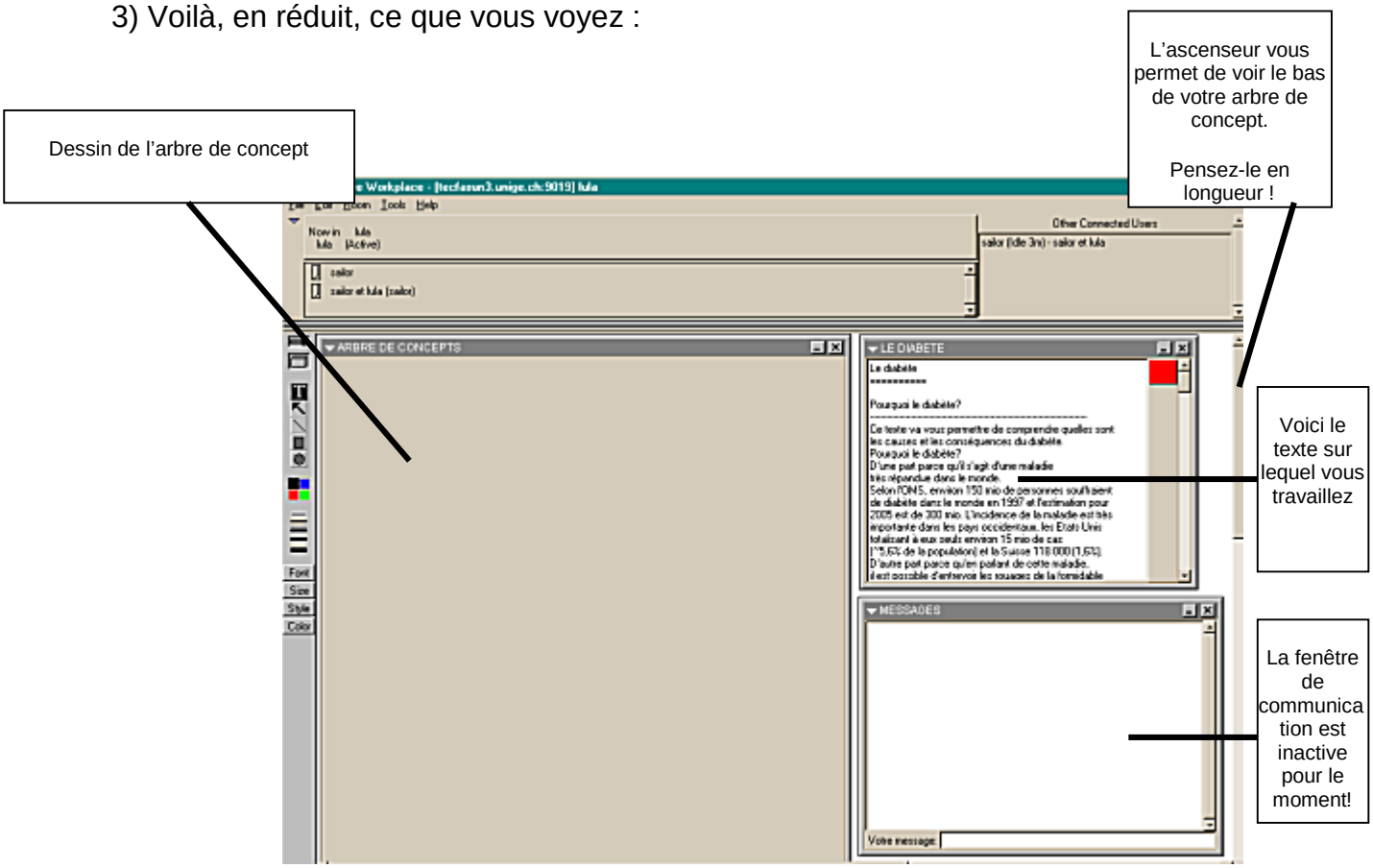
Exercice - Partie 2
Ci-joint un texte qui parle de l'insuline et du diabète.
Je vous demande de le lire attentivement et d'en extraire **tous les concepts** qui vous permettraient d'expliquer ce qu'il se passe dans la situation **anormale** en répondant à la question: **quelles sont les causes et les conséquences du diabète**?
Vous organisez ces concepts sous forme d'un **arbre de concept** qui permettra de visualiser l'ensemble du problème. Vous réalisez l'arbre de concept dans TeamWave (cf. **"Comment travailler dans TeamWave – 1°"**).
Vous avez **30 minutes** pour cette partie. Lorsque vous avez terminé, tournez ces feuilles de consigne et **attendez la suite** des opérations ☺

Voici un exemple d'arbre de concept qui explique le mécanisme de la transpiration dans la régulation de la température corporelle :



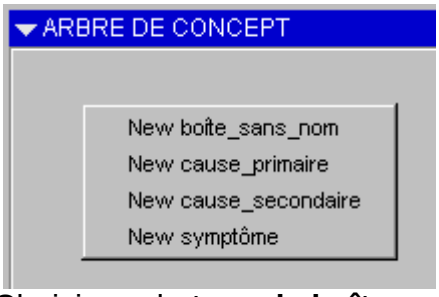
Comment travailler dans Teamwave – 1°:

1) Votre **nom d'utilisateur** est noté sur le **post-it** qui se trouve sur l'écran de votre poste.
2) Depuis la barre du **Menu Démarrer**, cliquez sur **l'onglet "TeamWave Work**…" pour agrandir l'application.
3) Voilà, en réduit, ce que vous voyez :

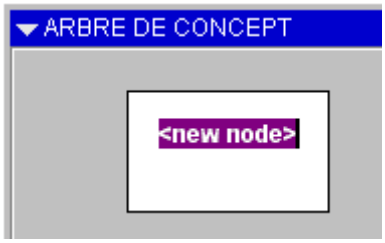


Dessiner l'arbre de concept

1) Pour créer une boîte, **cliquez sur le fond gris**. Vous voyez apparaître ce menu :

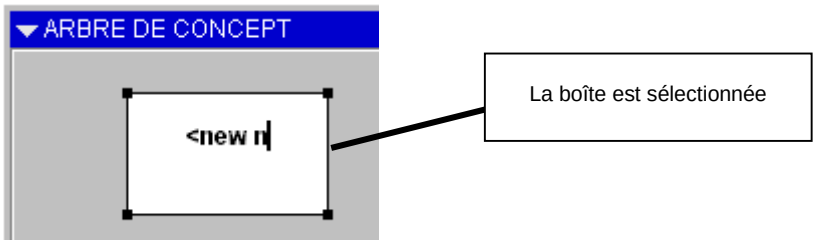


2) Choisissez le **type de boîte** que vous voulez avec la souris et lâchez. Voilà ce qui apparaît :



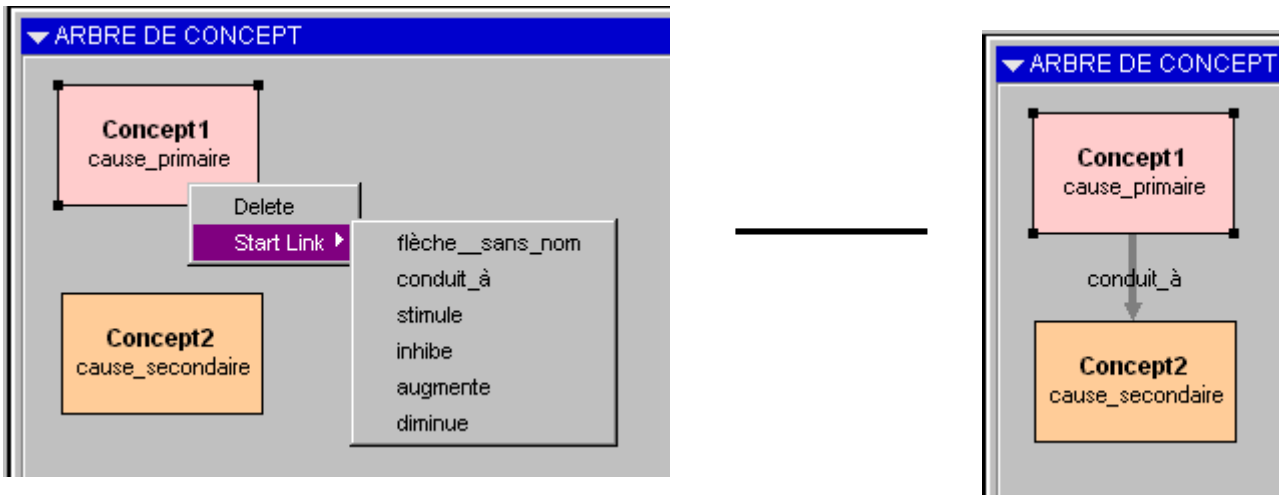
Une fois que la boîte est créée, vous pouvez directement lui donner un **nom**.

3) Si vous avez oublié nommer la boîte tout de suite, il suffit de la sélectionner, puis de cliquer sur le texte pour voir apparaître le curseur et pouvoir modifier le texte :



4) Vous pouvez **redimensionner** la boîte en cliquant sur un des carrés noirs de sélection et en tirant jusqu'à la taille voulue.

5) Pour créer un lien entre deux boîtes :
-sélectionnez la boîte de départ
-cliquez sur le **bouton droit de la souris**. Vous voyez apparaître un menu . Cliquez sur **" Start Link "**, puis choisissez le type de lien que vous voulez. Cliquez dessus avec la souris, gardez le bouton enfoncé et tirer le lien jusque dans la boîte de destination, puis lâchez (drag and drop).



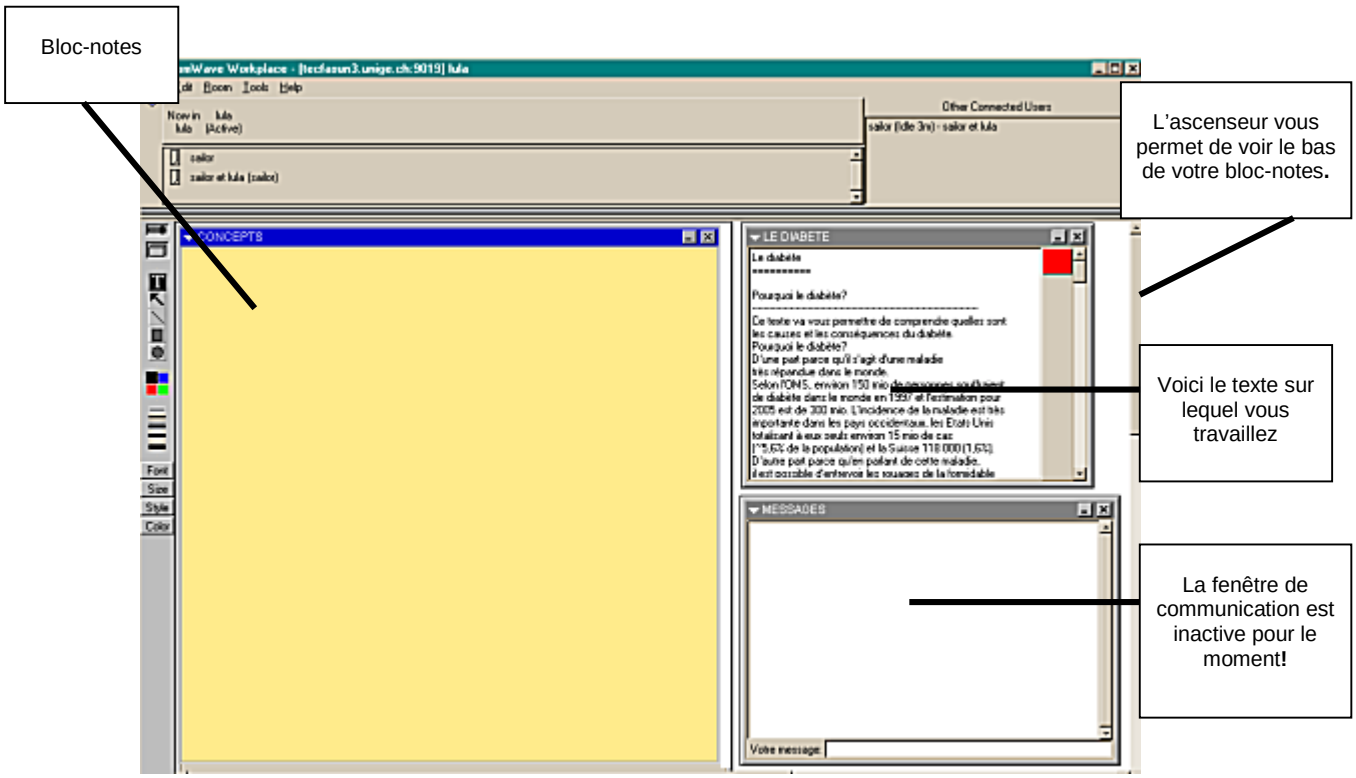
6) Vous pouvez **effacer une boîte** en choisissant **“ Delete ”** du menu précédent
7) Pour **effacer un lien ou changer son type**, cliquez sur la **pointe de la flèche** avec le bouton droit de la souris. Un menu semblable au précédent vient s’afficher.

7.4 Exercice - Partie solo, groupe Prévert

Exercice - Partie 2
Ci-joint un texte qui parle de l'insuline et du diabète.
Je vous demande de le lire attentivement et d'en extraire **tous les concepts** qui vous permettraient d'expliquer ce qu'il se passe dans la situation **anormale** en répondant à la question: **quelles sont les causes et les conséquences du diabète**?
Vous notez ces concepts dans le petit bloc-notes qui se trouve dans Teamwave (cf. **“Comment travailler dans TeamWave – 1°”**).
Vous avez **30 minutes** pour cette partie. Lorsque vous avez terminé, tournez ces feuilles de consigne et **attendez la suite** des opérations ☺

Comment travailler dans Teamwave – 1°:

1) Votre **nom d'utilisateur** est noté sur le **post-it** qui se trouve sur l'écran de votre poste.
2) Depuis la barre du **Menu Démarrer**, cliquez sur **l'onglet "TeamWave Work**…" pour agrandir l'application.
3) Voilà, en réduit, ce que vous voyez :



7.5 Exercice - Partie duo, condition schéma

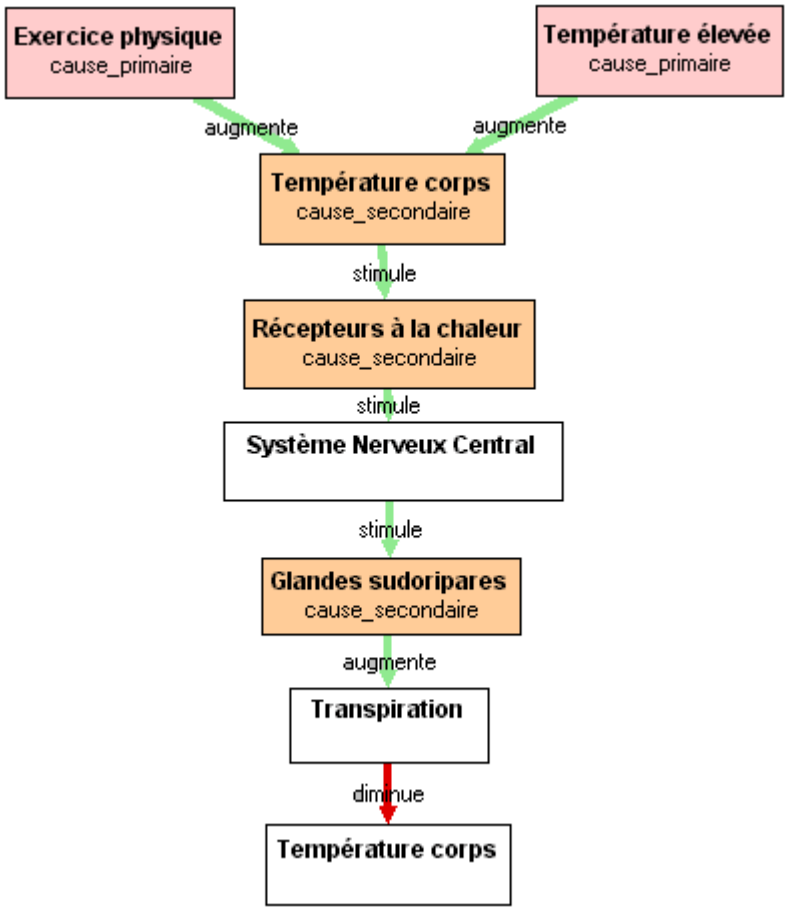
Exercice - Partie 3
Vous venez de faire individuellement un arbre de concept permettant de visualiser les causes et les conséquences du diabète à partir du texte distribué.
Je vous demande maintenant de vous mettre d'accord avec votre coéquipier pour reconstruire **un nouvel arbre de concept** consensuel.
Vous réalisez l'arbre de concept dans TeamWave (cf. **" Comment travailler dans TeamWave – 2° "**).
Vous avez **30 minutes** pour cette partie. Lorsque vous avez terminé, tournez ces feuilles de consigne et **attendez la suite** des opérations ☺

7.6 Exercice - Partie duo, condition résumé

Exercice - Partie 3

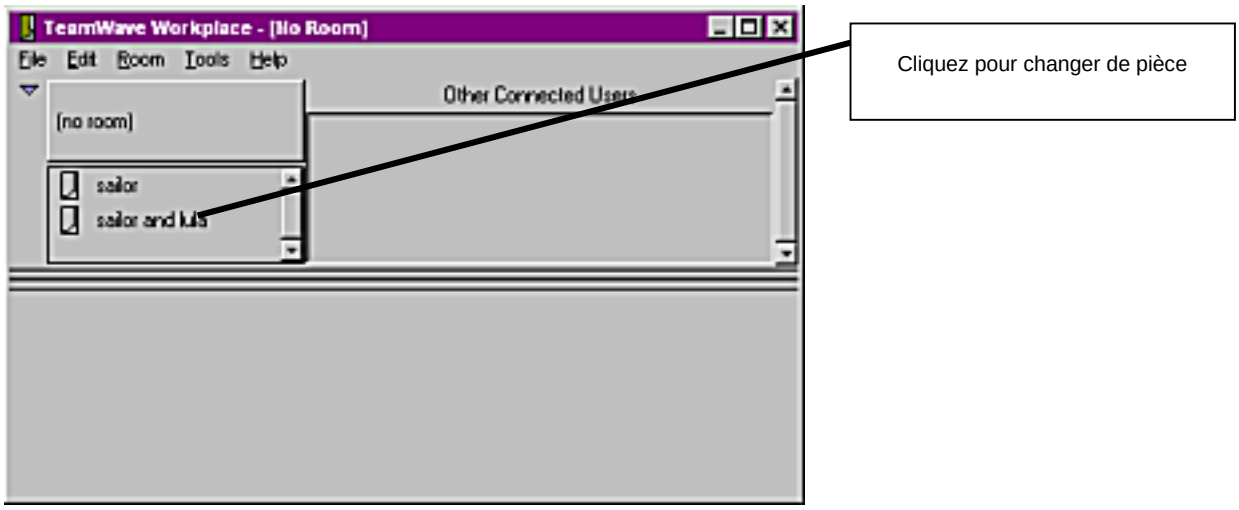
Vous venez de lire individuellement un texte sur le diabète. Vous avez noté dans votre bloc-notes les concepts qui vous permettraient d'expliquer ce qu'il se passe dans la situation **anormale.**
Je vous demande maintenant d'organiser ces concepts, avec votre coéquipier, sous forme d'un **arbre de concept** qui permettra de visualiser l'ensemble du problème. Vous réalisez l'arbre de concept dans TeamWave (cf. **"Comment travailler dans TeamWave – 2°"**).
Vous avez **30 minutes** pour cette partie. Lorsque vous avez terminé, tournez ces feuilles de consigne et **attendez la suite** des opérations ☺

Voici un exemple d'arbre de concept qui explique le mécanisme de la transpiration dans la régulation de la température corporelle :

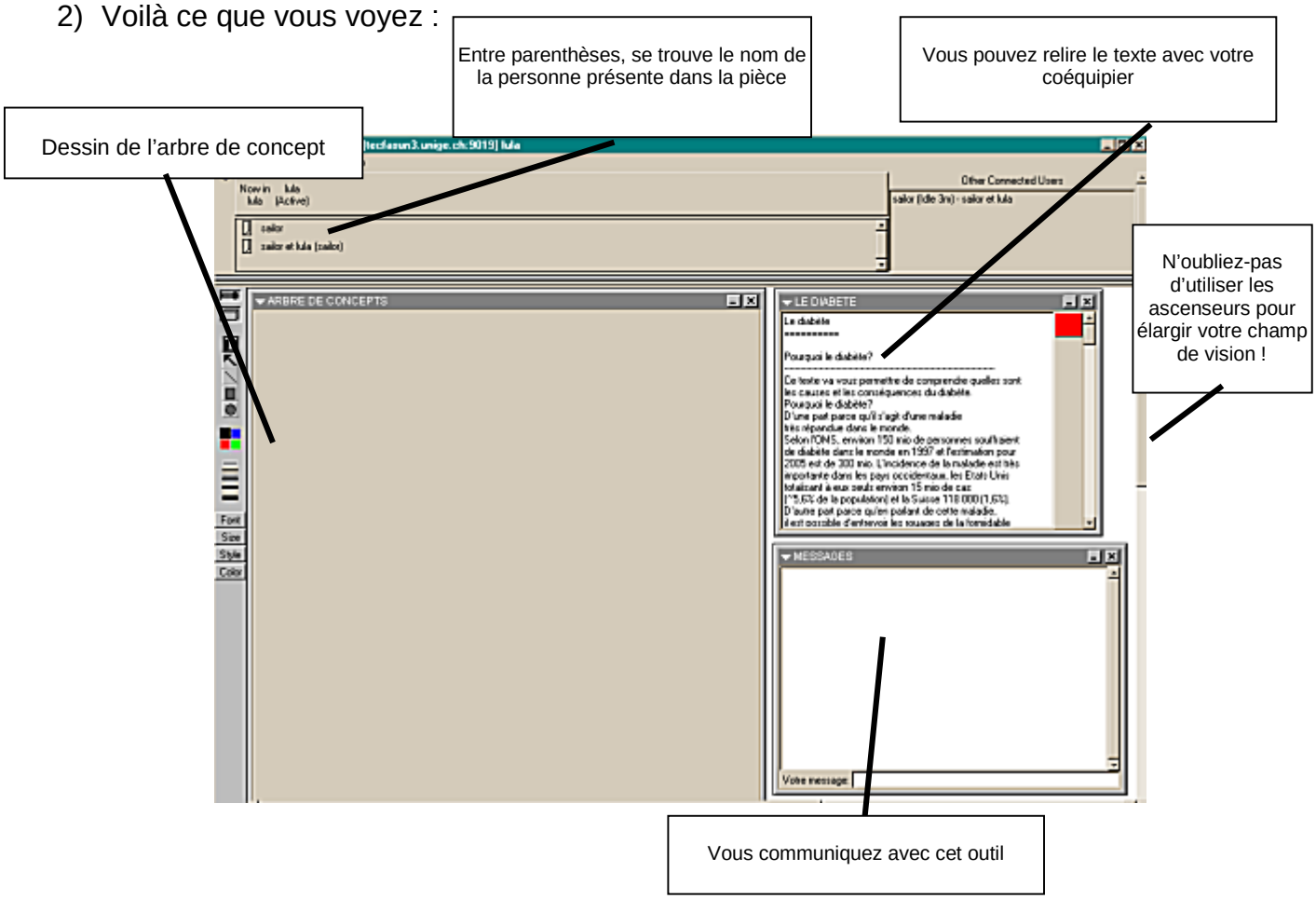


Comment travailler dans Teamwave –2° (pour les deux conditions):

1) Cliquez sur la pièce qui porte **votre nom et celui de votre coéquipier** (ex: sailor et lula).



2) Voilà ce que vous voyez :



3) Le **curseur de votre co-équipier** est représentée par un **point de couleur**

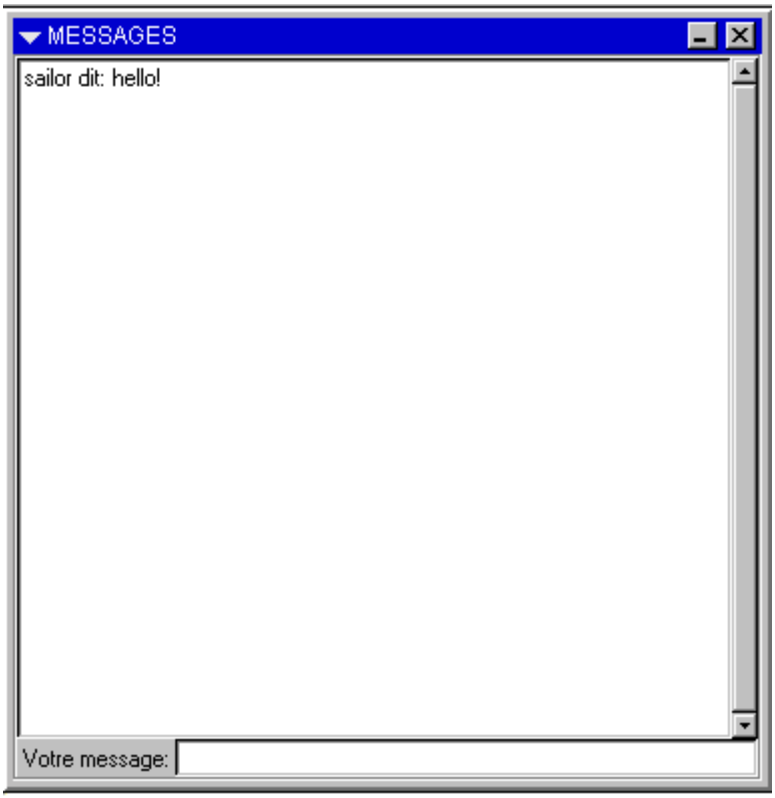
4) **C'est dans cette pièce (ex: sailor et lula) que vous devez créer le schéma final**. Mais vous pouvez aller regarder le travail de votre co-équipier dans les pièces individuelles.
   ATTENTION:
- **Regardez bien dans quelle pièce se trouve votre co-équipier** et aller le rejoindre si il reste trop longtemps dans une pièce différente de celle dans laquelle vous vous trouvez. Vous pourrez peut-être discuter ensemble de votre travail individuel avant ou pendant le travail en équipe.
- **L'outil de communication** permet une communication éphémère. Lorsque vous **quittez** la pièce, les messages disparaissent de la fenêtre.

2) Regardez bien comment fonctionnent les outils à disposition.

Outil de communication

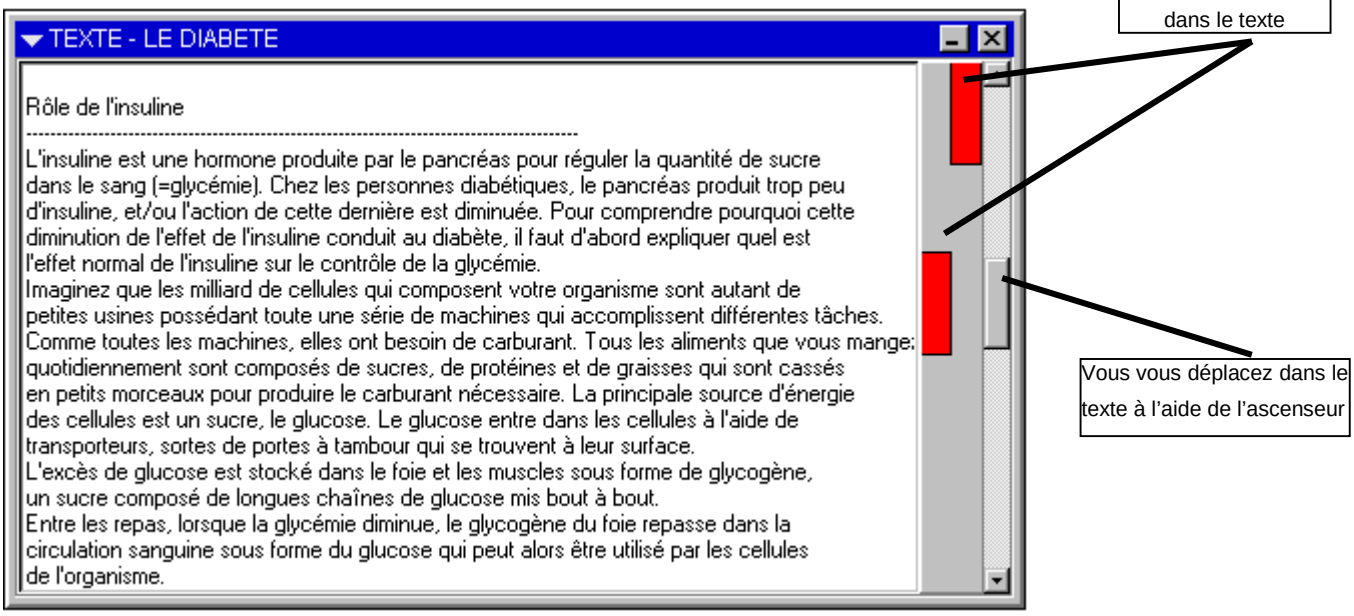
Pour envoyer un message, tapez-le dans la **zone de texte du bas de l'outil**, puis, taper le retour à la ligne (“ enter ”).

Le message vient **s'afficher dans la fenêtre du haut** précédé du nom de l'expéditeur :



L'outil de communication permet une communication éphémère. Lorsque vous **quittez** la pièce, les messages disparaissent de la fenêtre.

Lire le texte à deux



7.7 Questionnaire impressions et données personnelles

Exercice – Dernière partie

Et voilà ! Je vous demande encore **5 minutes** d'attention pour répondre à ces **questions sur l'exercice** et quelques **données personnelles**.
Je vous remercie de votre participation ☺

Vos impressions sur l'exercice

1) La réalisation du schéma était:

- ❑ très facile
- ❑ facile
- ❑ difficile
- ❑ très difficile

2) La difficulté éventuelle était due:

- ❑ à l'outil

Pourquoi? _____

- ❑ à l'exercice même; vous n'êtes pas habitué(e) à faire des schémas
- ❑ au sujet; les concepts étaient difficiles

Autres? _____

3) L'interaction avec votre partenaire était:

- ❑ très facile
- ❑ facile
- ❑ difficile
- ❑ très difficile

Si difficile, pourquoi? _____
_____
_____

4) Vous êtes-vous rapidement mis d'accord sur le schéma à dessiner?

- ❑ très rapidement
- ❑ rapidement
- ❑ lentement
- ❑ très lentement

Si lentement pourquoi? _____

_____

5) Pensez-vous:

- ❑ que vous avez plus dessiné que votre partenaire
- ❑ que votre partenaire a dessiné plus que vous
- ❑ que vous avez dessiné les deux de façon égale

6) Pensez-vous:

- ❑ que vous avez plus communiqué que votre partenaire
- ❑ que votre partenaire a communiqué plus que vous
- ❑ que vous avez communiqué les deux de façon égale

Quelques données personnelles

1) Votre âge: _____

2) Votre sexe:

- ❑ F
- ❑ M

3) Avez-vous l'habitude faire des schémas lorsque vous étudiez?

- ❑ oui
- ❑ non

Sinon, quelle est votre pratique habituelle? _____

_____

_____

4) Vous définiriez-vous comme quelqu'un de plutôt:

- ❑ timide
- ❑ extraverti

5) Avez-vous tendance à approuver les idées des autres?

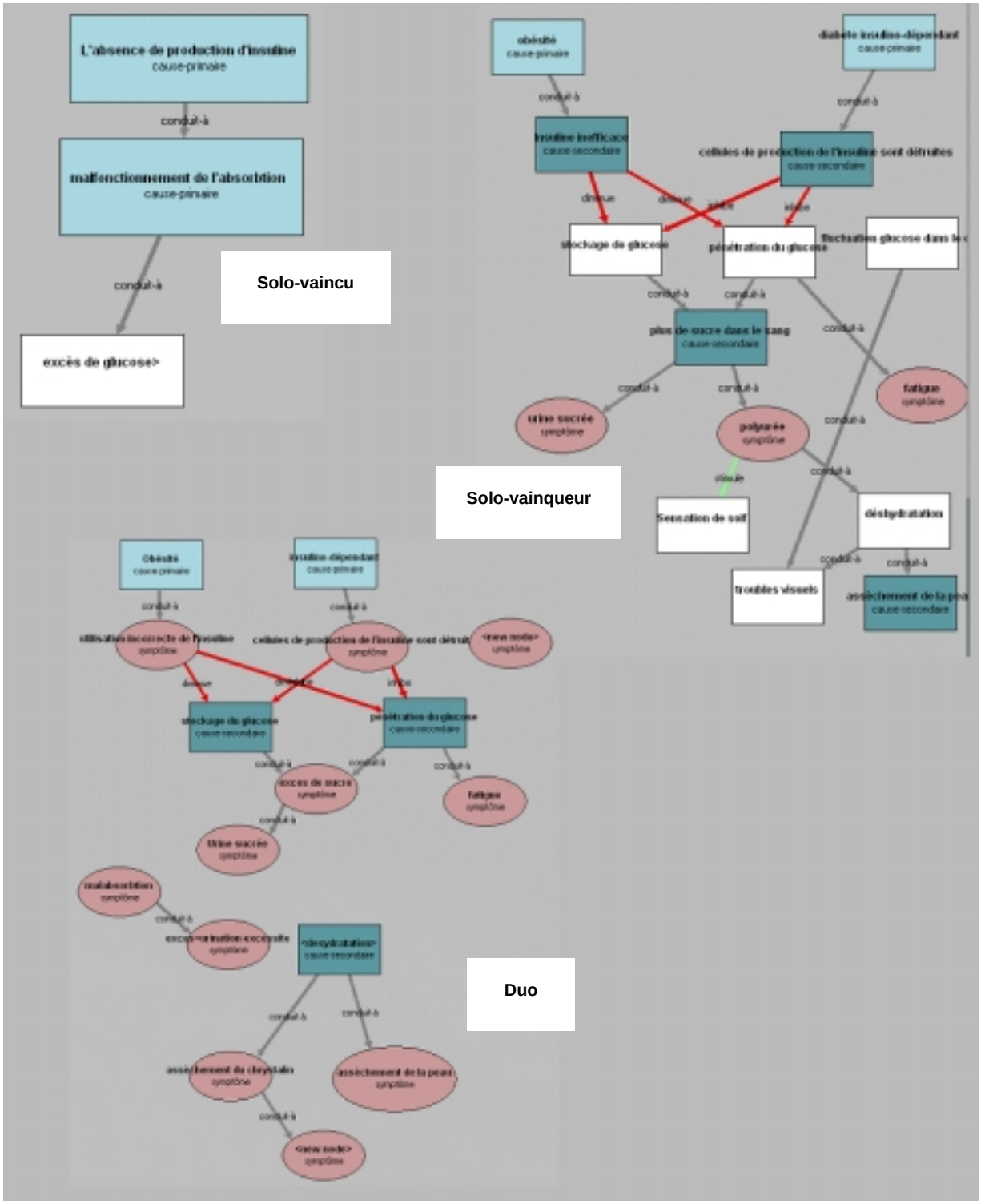
- ❑ oui
- ❑ non

6) Avez-vous plutôt tendance à tenir ferme à vos idées de départ?

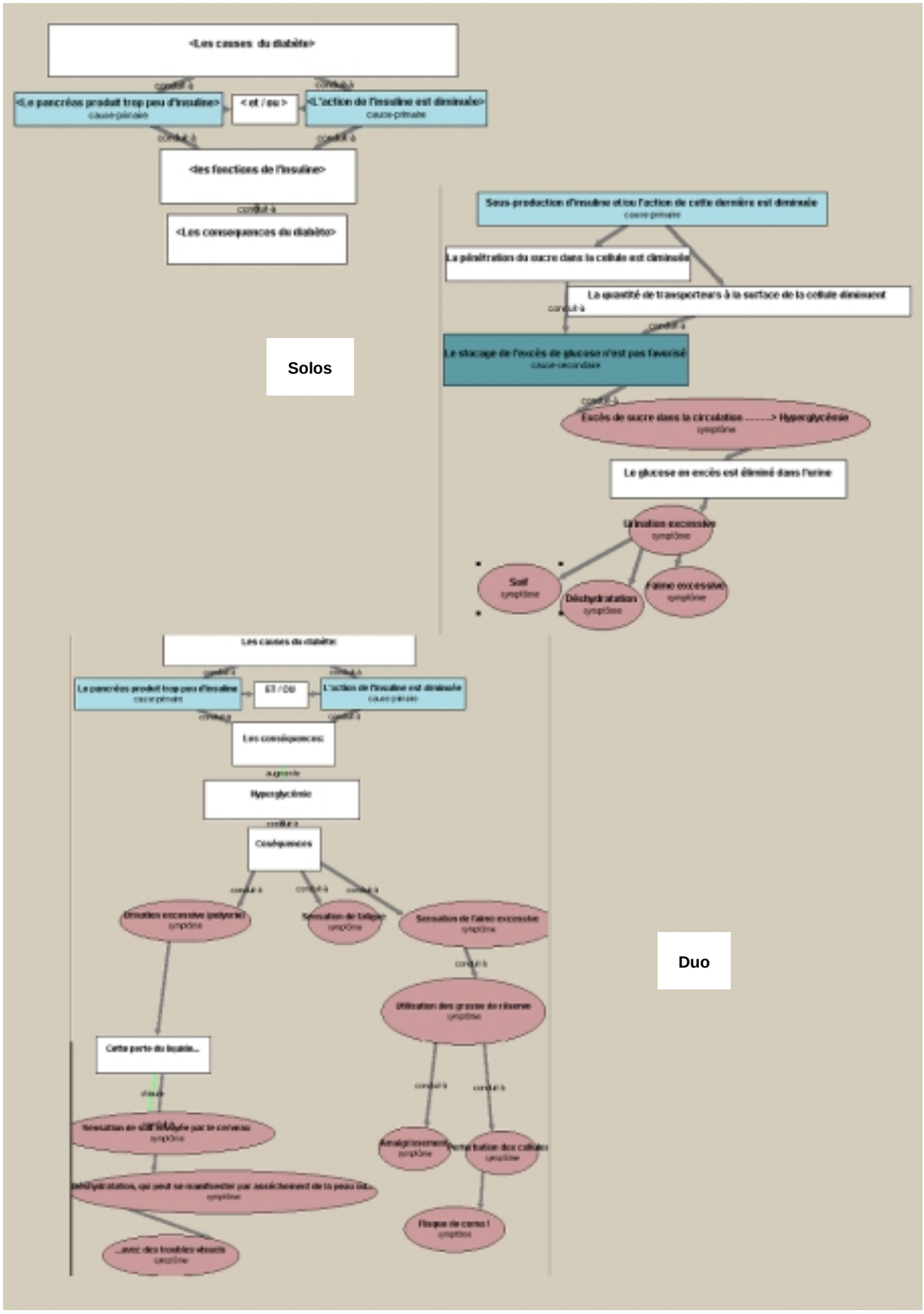
- ❑ oui
- ❑ non

7.8 Exemple de productions graphiques

7.8.1 Schémas solo et duo d'une paire avec vainqueur - Picasso

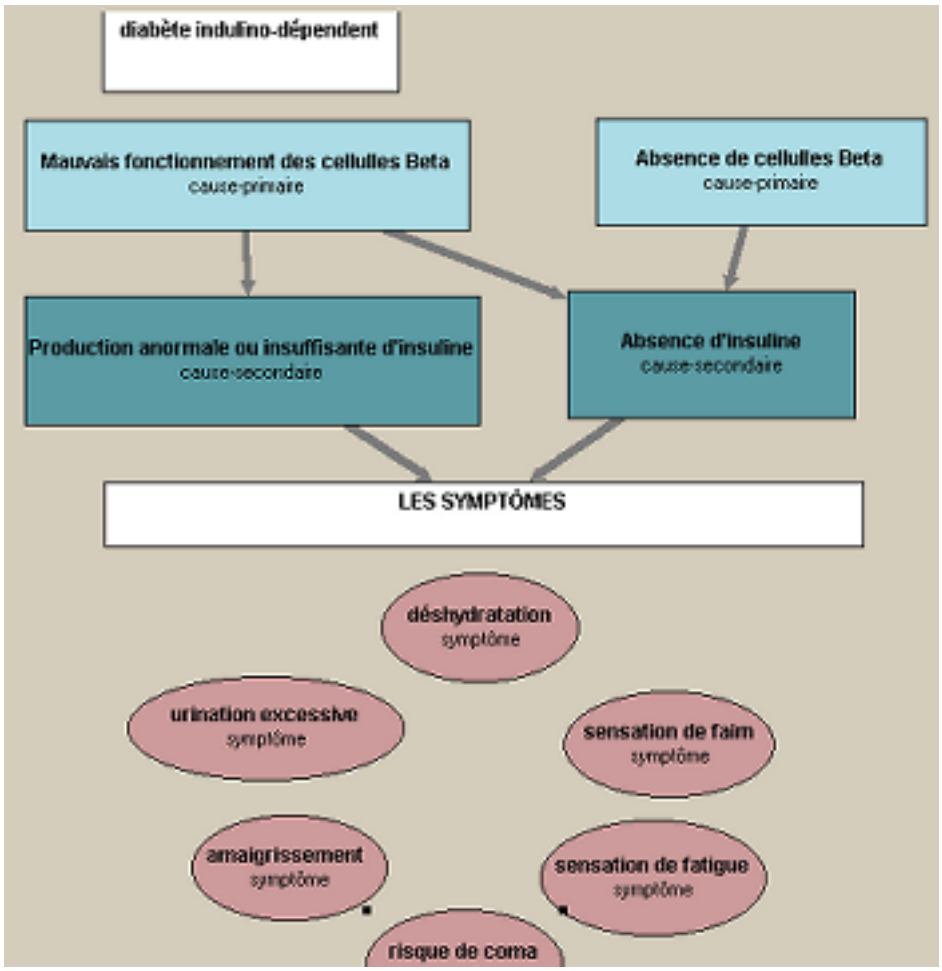


7.8.2 Schémas solo et duo d'une paire mixte - Picasso



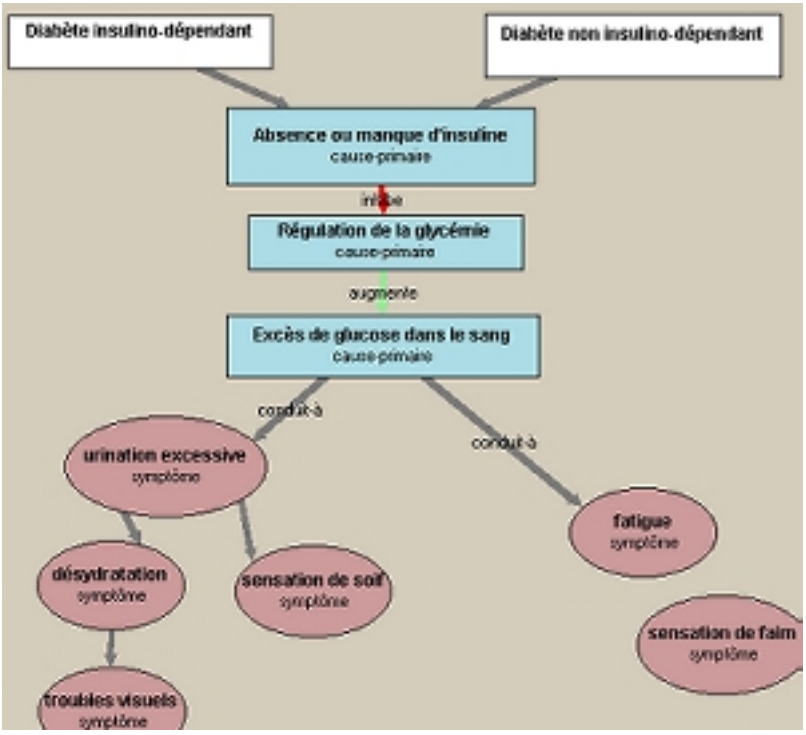
7.8.3 Résumés solo et schéma duo d'une paire avec vainqueur - Prévert

Vaincu	Vainqueur
Quelles sont les causes et les conséquences du diabète : Le diabète se traduit par un manque de sucre (glucose) dans le sang. Ce manque peut être du à différentes choses. Le manque d'insuline dans le corps, ou le mauvais fonctionnement de l'insuline dans le corps. Le premier cas peut être du à une absence des cellulles bêta des îlots de Langerhans (productrices d'insuline), situées dans le pancreas, ou alors à un mauvais fonctionnement de celles-ci. Le manque d'insuline fait qu'en cas de hausse de glycémie, le sucre contenu dans le sang ne passe pas dans les cellulles.	Causes : - absence de pancréas conduit au développement d'un diabète - absence d'insuline, produite par le pancréas : diabète de type I - mauvais fonctionnement de l'insuline : diabète de type II - à cause du manque d'insuline ou de son mauvais fonctionnement, le glucose a de la peine à entrer dans les cellules et reste donc dans le sang et ne peut donc pas être utilisé par les cellules de l'organisme - si le glucose ne peut entrer dans le foie sous forme de glycogène, alors on parle d'hyperglycémie. L'insuline ne réglant plus la quantité de sucre comme elle devrait le faire, on constate une trop grande proportion ce qui conduit à l'hyperglycémie. Conséquences : - urination excessive (polyurie) - sensation de soif stimulée par la perte fréquente de liquide - éventuellement désydratation et donc assèchement de la peau - éventuellement troubles visuels - sensation de fatigue - sensation de faim - risque de coma



7.8.4 Résumés solo et schéma duo d'une paire mixte - Prévert

Sujet 1 (blake)	Sujet 2 (mortimer)
Conséquences lorsque le taux de glycémie diminue, le glycogène dans le foie repasse dans la circulation sous forme de glucose Le manque d'insuline fait que la pénétration du scure dans la cellule est moins bonne à cause d'une mauvaise interaction entre le glucose et son transporteur. 2) Le nombre de transporteurs à la surface de la cellule est en moins grande quantité ce qui empêche un grand nombre de molécules de glucose d'entrer dans la cellule en même temps LE carburant manque alors pour les cellules et le stockage de l'excès de glucose sous forme de glycogène est perturbé lui aussi. Le glucose a de la peine à entrer dans les cellules, ce qui crée un excès apparent de sucre dans la circulation (ne peut plus être stocké sous forme de glycogène. Cet excès de sucre s'appelle l'hyperglycémie. Un niveau de glucose trop élevé provoque un "débordement du rein" qui entraîne avec lui de l'eau ce qui provoque une urination excessive. Du fait de cette urination (polyurie), il y a des messages de sensation de soif qui sont envoyés par le cerveau. Cette urination peut provoquer une déshydratation et par conséquent un asséchement de la peau. Les fluctuations de la quantité de glucose et d'eau dans le cristallin pendant les périodes de déshydratation peut provoquer des troubles visuels Les cellules sans carburant (glucose) s'affament. Cela donne une sensation de fatigue et la production de message de faim qui donne une sensation de faim excessive Le corps n'arrive plus à utiliser correctement le sucre et va se mettre à utiliser ses graisses de réserve: par consélquent, amaigrissement et production d'acétone et de déchets acides qui perturbent le fonctionnement des cellules avec risque de coma.	Causes et conséquences du diabète : Causes : Principale source d'énergie = glucose, transoporté dans les cellules par des transporteurs. Excès stocké par le foie et les muscles sous forme de glycogène. S'il y a diminution de la glycémie, le foie fournit du glucose Pancréas produit de l'insuline. L'insuline sert à réguler le taux de glycémie Interaction glucose- transporteur Augmentation des transporteurs 1° Type insulo-dépendant Cellules bêta produisant l'insuline détruites par les systèmes de défense de l'organisme. 2° Type non insulo-dépendant Insuline produite pas utilisée correctement par le corps (personnes obèses) Conséquences : Trop de glucose éliminé dans l'urine. Rein déborde entraînant avec lui l'eau. Sensation de soif, asséchement de la peau, troubles visuels Manque de carburant dans les cellules Sensation de faim, fatigue, utilisation des réserves de graisse, amaigrissement, production d'acétone et de déchets acides, d'oû risque de coma.



7.9 Exemple de dialogues

7.9.1 bonnie et clyde - asymétrie croisée

927119640	clyde	Salut, je suis en train de lire les consignes.... et toi ?
927119785	clyde	Alors, qu'en penses-tu ?
927119827	bonnie	Et bien tu as bien travaillé pendant cette premièer partie
927119847	bonnie	On va essayer de travailler ensemble
927119863	clyde	ça va, mais toi aussi, on dirait que tu as fait la première partie déjà
927119892	bonnie	J'ai eu bcp de peine à identifier les causes primaires
927119903	clyde	Ben moi aussi !
927119908	bonnie	Par ou commence -t-on
927119939	clyde	Bon, je lis le texte paragraphe "insuline"
927120004	bonnie	ok avec cette premièere boite
927120005	clyde	Il me semble que c'est le début ?
927120033	clyde	ça va, mais est-ce une cause ?
927120120	bonnie	ne doir t-on pas partir du taux de glycémie
927120175	clyde	Je ne sais pas... Et si on remontait à l'envers, car il me semble que nous étions d'accord sur le bas du schéma ?
927120222	clyde	Je vais voir chez moi et chez toi pour trouver la case commune
927120444	clyde	Excellent début !
927120590	bonnie	J'ai perdu tout le message qu'on avait écrit avvant, car l'ordi a planté, je viens donc de sauver ce qu'on a fait
927120611	clyde	C'est bon, j'ai toujours tout ...
927120639	clyde	Et si je continuais avec les symptômes tandis que tu t'occupes du haut du schéma ?
927120693	clyde	Je sais que c'est plus facile,mais on peut aussi faire l'inverse
927120729	bonnie	Excuse moi il a de nouveau planté
927120752	clyde	Que penses-tu de ma proposition ?
927120891	bonnie	je suis de nouveau là
927120913	clyde	Heureux !
927120960	clyde	Veux-tu te charger d'améliorer le haut tandis que je m'occupe du bas ou faisons-nous l'inverse ?
927121002	clyde	Je n'avais pas vu que tu avais déjà avancé plus bas !
927121016	bonnie	je te propose quôn finisse ensemble le bas avant de passer au haut
927121023	clyde	D'accord
927121393	clyde	Je constate que tu es plus efficace que moi !
927121458	bonnie	je trouve plutôt qu'on trqvaille mieux a deux

7.9.2 asterix et obelix - asymétrie unilatérale

When	Who	What
927711417	asterix	alors ?
927711459	obelix	salut toi..ou es-tu je ne comprends pas ce trruc!!
927711477	asterix	je suis ici dansla piece asterix
927711496	asterix	on devrait aller dans la piece asterix et obelix
927711497	obelix	tu as fait un travail marvelous!! moi je pense à penser...
927711506	asterix	pour construire notre graphe
927711510	asterix	merci
927711515	asterix	mais c'est pas termine
927711523	obelix	o.k. je suis deja la...je pense!
927711533	asterix	c'est plus difficile de verbaliser par ecrit
927711538	asterix	non tu es dans asterix
927711541	obelix	oui!
927711553	obelix	¨qu'est ce que tu vois dans la piece
927711559	asterix	mon graphe
927711575	obelix	j'ai deja fait cella
927711585	asterix	ben pas maintenant
927711587	obelix	o.k. let start..
927711605	asterix	hello
927711611	asterix	tu as lu les consignes
927711620	obelix	I got it!
927711637	obelix	what do you want to start with
927711678	obelix	que veux-tu mettre dedans
927711682	obelix	good
927711687	obelix	non
927711694	asterix	que proposes-tu ?
927711726	asterix	d'accord. C'ets l'obesite
927711727	asterix	d'accord. C'ets l'obesite
927711756	asterix	es-tu d'accord ?
927711800	asterix	ouh ouh
927711802	asterix	tu dors ?
927711812	obelix	cause du diabete= obesite qui engendre le manque de production d'insuline
927711819	asterix	tu veux le dessiner ?
927711821	obelix	non je dors pas je pense
927711828	asterix	ok
927711832	asterix	dessin ?
927711838	obelix	oui ..non fait le et je pense encore
927711842	asterix	ok
927711888	asterix	ok ?
927711897	obelix	voir ma page... et oui o.k.
927711920	asterix	a mon avis, il y a une deuxieme cause
927711944	obelix	concequence mal absorbtion qui entraine exces de sucre ou glucose
927711951	obelix	oui je regarde
927712001	asterix	je vais voir ma piece
927712042	obelix	deux choses...manque de production ou mal absorbtion
927712049	asterix	oui
927712082	obelix	ouii pour la nouvelle boite
927712111	obelix	mais enlever celle du milieu manque de production
927712138	obelix	non je ne comprends pas
927712150	asterix	ce que je viens de dessiner ?
927712155	obelix	insulino dependant
927712161	obelix	oui
927712165	asterix	c'est une maladie
927712174	obelix	I know!!
927712189	obelix	fait un schema pas un livre!
927712205	obelix	je viens de bouger les choses
927712208	asterix	ok. Tu proposes quelquechose de plus court ?
927712215	obelix	oui!
927712277	asterix	oui. Je propose de
927712283	obelix	donne moiune minute...
927712285	asterix	deplaceinsulino au meme
927712291	asterix	niveau que obesité
927712314	obelix	oui pour maintenant!
927712327	asterix	voila
927712358	obelix	¨luclose illimination...comme symptome
927712376	asterix	vas-y
927712513	obelix	je ne peux plus bouger peux tu m'aider je continue les boites
927712517	asterix	j'aime le son de ta barre d'espace
927712734	asterix	toi aussi
927712754	asterix	je vais voir ma piece
927712757	obelix	j'ai besoin de la place encore pour d'autres boites
927712766	asterix	ben tu peux scroller
927712812	obelix	the light came!!
927712896	asterix	oui ?

927712909	obelix	ca commence a etre trop melange ...
927712920	asterix	ben on n'a pas le choix
927712925	asterix	ok
927712941	obelix	pas le choix de vivre avec eux et sans eux 8les hommes)
927712995	obelix	je pense que nous avoins pas le meme document et qu'on doit collabore un peu plus
927713008	asterix	volontiers
927713016	obelix	je suis un peu confuse avec les fleche rouge
927713024	asterix	oui
927713026	asterix	ca veut dire
927713042	asterix	que si utilisation incorrecte de l'insuline
927713051	obelix	qu'on mon truc est plus comprehensive que le tien get that!!
927713052	asterix	alors le stockage du glucose diminue
927713107	obelix	o.k. it was mean...merci pour ton travail

7.10 Hétérogénéité des paires

PREVERT

Nom	Provenance	Diff. total
blake	mixte	
mortimer	mixte	5
blake	mixte	
mortimer	mixte	4
lerenard	mixte	
lecorbeau	mixte	6
lacigale	mixte	
lafourmi	mixte	2
jonathan	mixte	
jennifer	mixte	3
tom	jerry	
jerry	jerry	10
lerenard	lerenard	
lecorbeau	lerenard	15
lerenard	lecorbeau	
lecorbeau	lecorbeau	9
tom	jerry	
jerry	jerry	13
PICASSO		
Nom	Provenance	Diff. total
bonnie	mixte	
clyde	mixte	8
starsky	mixte	
hutch	mixte	8
asterix	mixte	
obelix	mixte	6
bonnie	mixte	
clyde	mixte	4
bonnie	clyde	
clyde	clyde	10
obelix	asterix	
asterix	asterix	9
sailor	sailor	
lula	sailor	9
asterix	asterix	
obelix	asterix	7

7.11 Tableau récapitulatif - actions de dessin et de dialogue

Nom du sujet	Provenance du schéma	Actions de dessin par sujet	Actions dessin par paire	Asymétrie actions dessin	Répliques par sujet	Répliques par paire	Asymétrie dialogue
blake	mixte	1,5			22,5		
mortimer	mixte	24,0	25,5	22,5	28,5	51,0	6,0
blake	mixte	20,0			27,0		
mortimer	mixte	16,0	36,0	4,0	13,0	40,0	14,0
lerenard	mixte	35,0			21,0		
lecorbeau	mixte	2,0	37,0	33,0	34,0	55,0	13,0
lafourmi	mixte	18,0			33,0		
lacigale	mixte	15,0	33,0	3,0	22,0	55,0	11,0
jennifer	mixte	8,0			9,0		
jonathan	mixte	24,0	32,0	16,0	12,0	21,0	3,0
lecorbeau	lerenard	24,0			13,5		
lerenard	lerenard	12,0	36,0	12,0	22,5	36,0	9,0
lerenard	lecorbeau	21,0			31,0		
lecorbeau	lecorbeau	12,0	33,0	9,0	22,0	53,0	9,0
jerry	jerry	34,0			14,0		
tom	jerry	23,0	57,0	11,0	10,0	24,0	4,0
jerry	jerry	22,0			22,0		
tom	jerry	10,0	32,0	12,0	7,0	29,0	15,0
Moyennes	**Prévert:**	**17,9**	**35,7**	**13,6**	**20,2**	**40,4**	**9,3**
clyde	mixte	18,0			13,5		
bonnie	mixte	43,5	61,5	25,5	12,0	25,5	1,5
starsky	mixte	15,0			13,5		
hutch	mixte	7,5	22,5	7,5	4,5	18,0	9,0
obelix	mixte	34,5			9,0		
asterix	mixte	27,0	61,5	7,5	12,0	21,0	3,0
bonnie	mixte	35,0			24,0		
clyde	mixte	48,0	83,0	13,0	22,0	46,0	2,0
clyde	clyde	9,0			19,0		
bonnie	clyde	29,0	38,0	20,0	11,0	30,0	8,0
asterix	asterix	40,0			21,0		
obelix	asterix	14,0	54,0	26,0	22,0	43,0	1,0
lula	sailor	13,0			29,0		
sailor	sailor	10,0	23,0	3,0	19,0	48,0	10,0
asterix	asterix	44,0			46,0		
obelix	asterix	17,0	61,0	27,0	40,0	86,0	6,0
Moyennes	**Picasso:**	**25,3**	**50,6**	**16,2**	**19,8**	**39,7**	**5,1**
	Test T	**0,08**	**0,07**	**0,58**	**0,91**	**0,93**	**0,04**

7.12 Tableau récapitulatif - données personnelles et impressions

Table de matières

REMERCIEMENTS **1**

RÉSUMÉ **2**

1 INTRODUCTION **3**

1.1 APPRENTISSAGE PAR PROBLÈME 3
1.1.1 Objectifs de l'éducation médicale et difficultés d'apprentissage *4*
1.1.1.1 Objectifs et résultats 4
1.1.1.2 Difficultés d'apprentissage 5
1.1.2 Caractéristiques de l'APP *7*
1.1.2.1 Présentation 7
1.1.2.2 Etapes de l'APP 9
1.1.2.3 Apprentissage centré sur l'étudiant 10
1.1.2.4 Apprentissage basé sur des cas 11
1.1.2.5 Apprentissage collaboratif 11
1.2 APPRENTISSAGE COLLABORATIF 12
1.2.1 Une définition de l'apprentissage collaboratif *12*
1.2.2 Situations d'apprentissage collaboratif *13*
1.2.2.1 Symétrie 13
1.2.2.2 Similitude des objectifs 13
1.2.2.3 Répartition du travail 14
1.2.3 Interactions dans l'apprentissage collaboratif *14*
1.2.3.1 Une nouvelle définition 14
1.2.3.2 Négociation 15
1.2.4 Mécanismes de l'apprentissage collaboratif *16*
1.2.4.1 Conflit cognitif 16
1.2.4.2 (Auto-) Explication 17
1.2.4.3 Induction 17
1.2.4.4 Internalisation 18
1.2.4.5 Partage de la charge cognitive 18
1.2.4.6 « Grounding » 19
1.3 APPRENTISSAGE COLLABORATIF ASSISTÉ PAR ORDINATEUR 21
1.3.1 CSILE et les communautés de construction de savoir *21*
1.3.2 Systèmes d'argumentation *22*
1.3.2.1 Belvedere 22
1.3.2.2 Interfaces semi-structurées 24
1.3.3 Espaces partagés *25*
1.3.3.1 WYSIWIS et Groupware 25
1.3.3.2 Awarness tools 27
1.3.3.3 Whiteboards et représentation partagée 28
1.4 JUSTIFICATION DE L'ÉTUDE ET QUESTIONS DE RECHERCHE 30
1.4.1 Mieux préparer le bilan APP: «Menace H5N1» *30*
1.4.1.1 Objectifs et description 30
1.4.1.2 Résultats 32
1.4.2 Questions de recherche *33*

2 MÉTHODE **35**

2.1 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL 35
2.1.1 Description de la tâche et groupes expérimentaux *35*
2.1.2 Environnement *37*
2.1.3 Déroulement de l'expérience *40*
2.2 TRAITEMENT DES RÉSULTATS 41
2.2.1 Sujets *41*
2.2.2 Analyse des pré-test et post-test *41*
2.2.3 Analyse des arbres de concepts *43*
2.2.3.1 Type et performance 43
2.2.3.2 Provenance 46
2.2.4 Traitement des fichiers de log *46*
2.2.4.1 Arbre de concepts 46
2.2.4.2 Dialogues 47

3 RÉSULTATS 48

3.1 PRÉ-TEST ET POST-TEST 48
3.2 ANALYSE DES ACTIONS DE DESSIN 50
3.3 ANALYSE DES DIALOGUES 51
3.4 ANALYSE DES ARBRES DE CONCEPTS 53
3.4.1 Types de schémas 53
3.4.2 Performance 53
3.4.3 Provenance 54
3.4.4 Caractérisation du «vainqueur» 54

4 DISCUSSION 55

4.1 RÉSULTATS PRINCIPAUX 55
4.1.1 Conflit au niveau des actions de dessin 55
4.1.2 Conflit au niveau du dialogue 56
4.1.3 Issue de la rencontre 57
4.1.4 Synthèse 58
4.2 AUTRES RÉSULTATS 59
4.2.1 Caractérisation du vainqueur 59
4.2.2 Les Picasso présentent un léger avantage 60
4.2.3 Les propriétés de l'outil de dessin influencent la nature de l'interaction 60

5 CONCLUSION ET PROLONGEMENTS 61

6 BIBLIOGRAPHIE 64

7 ANNEXES 67

7.1 TEXTE À ÉTUDIER 67
7.2 PRÉTEST / POSTEST 70
7.3 EXERCICE - PARTIE SOLO, GROUPE PICASSO 72
7.4 EXERCICE - PARTIE SOLO, GROUPE PRÉVERT 76
7.5 EXERCICE - PARTIE DUO, CONDITION SCHÉMA 78
7.6 EXERCICE - PARTIE DUO, CONDITION RÉSUMÉ 79
7.7 QUESTIONNAIRE IMPRESSIONS ET DONNÉES PERSONNELLES 84
7.8 EXEMPLE DE PRODUCTIONS GRAPHIQUES 86
7.8.1 Schémas solo et duo d'une paire avec vainqueur - Picasso 86
7.8.2 Schémas solo et duo d'une paire mixte - Picasso 87
7.8.3 Résumés solo et schéma duo d'une paire avec vainqueur - Prévert 88
7.8.4 Résumés solo et schéma duo d'une paire mixte - Prévert 89
7.9 EXEMPLE DE DIALOGUES 90
7.9.1 bonnie et clyde - asymétrie croisée 90
7.9.2 asterix et obelix - asymétrie unilatérale 91
7.10 HÉTÉROGÉNÉITÉ DES PAIRES 93
7.11 TABLEAU RÉCAPITULATIF - ACTIONS DE DESSIN ET DE DIALOGUE 94
7.12 TABLEAU RÉCAPITULATIF - DONNÉES PERSONNELLES ET IMPRESSIONS 95