

Thèse
pour obtenir le grade de
Docteur de l'université de Perpignan
discipline : **sémiotique et communication**

Approche sémiotique des processus cognitifs du multimédia
éducatif : évaluation et préconisations

Directeur de thèse :

Professeur Robert MARTY

- Synopsis -



Patrick BENAZET

Doctorant

40 ans

Ingénieur d'études

Responsable du Centre Départemental
de Traitement de l'Information

des Pyrénées-Orientales

Ministère de l'Education Nationale

Problématique

Une nouvelle technologie des plus évoluées et donc des plus complexes vient jusque dans chaque foyer modifier les modes de vie. Le multimédia devient incontournable dans les sociétés industrialisées alors qu'une immense majorité de l'humanité n'a pas conscience des enjeux qui se profilent à l'horizon de cette révolution enclenchée par l'entrée dans la société de l'information.

Parmi ces enjeux celui de l'éducation apparaît en première ligne. Les usages pédagogiques se retrouvent au cœur du débat sur la révolution numérique comme le soulignait Serge Pouts-Lajus¹ dès 1998. Pendant qu'une part croissante de la population accède à ces technologies dites désormais d'information et de communication, des concepts très élaborés d'apprentissage assisté par le multimédia sont proposés. Il en va du simple exercice de reconnaissance des lettres de l'alphabet jusqu'à l'université ouverte en ligne, destinée à apporter à tout individu la possibilité de suivre un enseignement adapté sans obligation présentielle sur un campus universitaire. Ces concepts sont développés et commercialisés, pour le moins distribués, sous la forme de "produits multimédias" qui ont rejoint, dans les esprits, les traditionnels outils d'apprentissage.

La modernisation de la pédagogie, et dans un sens plus large encore, celle de l'apprentissage, passe donc désormais par la mise en oeuvre de procédés nouveaux qui s'appuient sur les technologies du multimédia que les réseaux informatiques ont érigées en technologies d'information et de communication pour l'enseignement (TICE). S'il est bien connu que ces technologies disposent de grandes potentialités par l'intégration des médias traditionnels : l'image, le son et le texte auxquels vient s'ajouter l'interactivité, leur impact cognitif est moins bien cerné.

Le manque de recul ne permet pas de disposer d'indicateurs de mesure des apports réels du multimédia sur les apprentissages à l'heure où il est admis que l'usage de ces outils doit permettre de remédier à l'ennui à l'école².

Certaines démarches d'évaluation ont bien été menées mais leur approche est essentiellement technologique car concentrée sur l'aspect informatique. Une nouvelle

¹ Dans « L'école à l'heure d'Internet » - éditions Nathan 1998- Serge Pouts-Lajus, Directeur de l'Observatoire des Technologies pour l'Education en Europe (OTE) posait le problème de la qualité des multimédias exposant notamment la difficulté de leur évaluation.

² En séance publique du 11 mars 2003 à l'Académie des Sciences, Maurice Nivat -Professeur à l'Université Denis Diderot, membre correspondant de l'Académie des Sciences – proposait qu'une prise en compte de l'informatique, dans toutes les possibilités qu'elle offre, permette de dissiper l'ennui qui gagne beaucoup d'élèves.

préoccupation se fait jour aujourd'hui qui se pose à nous en termes cognitifs tant les larges perspectives d'un usage éducatif sont tracées. Envisager une évaluation du multimédia nous conduit inévitablement à nous intéresser à la charge cognitive véhiculée par l'usage d'une ressource multimédia au cours d'un apprentissage. La finalité de notre démarche est donc d'évaluer l'impact réel d'une ressource d'apprentissage médiatisée sur l'acquisition de savoir par l'apprenant.

Partant du fait que les systèmes de représentation hypermédiatisée donnent lieu à des situations au sein desquelles se mêlent des signes de nature différente en combinaisons complexes, il nous semble pertinent d'exprimer la problématique d'évaluation du multimédia en termes sémiotiques et de la traiter comme telle. Ceci d'autant plus que la théorie sémiotique que nous mettons en œuvre nous offre la possibilité a priori de saisir les phénomènes sémiotiques indépendamment de leur origine sensorielle. Nous voyons dans cette approche une voie permettant de conduire l'évaluation de façon plus objective, plus scientifique, plus universelle.

Etat de l'art

Il suffit d'interroger un moteur de recherche sur l'internet pour se rendre compte combien l'évaluation du multimédia a fait ou fait encore l'objet d'études. Nous procédons à un relevé des démarches menées dans le monde. Celles qui semblent être les plus significatives et les plus typiques du fait de leur approche sont retenues. Cette analyse nous permet de relever qu'il existe de multiples méthodes et outils d'évaluation opérants. Nous constatons à cette occasion combien le domaine de l'évaluation des applications multimédias est déjà largement pris en compte. Ces nombreuses démarches ont été entreprises dans le milieu universitaire, dans les entreprises ou encore par des enseignants, souvent à titre individuel, hors de leur institution.

Les modes d'évaluation qui en ressortent sont basés sur des conceptions traditionnelles par des approches formative, sommative, ergonomique, esthétique ou encore privilégiant l'utilisabilité du logiciel selon les principes initiés par le courant des ergonomes et de la psychologie cognitive³. Peu d'entre eux intègrent la dimension cognitive de la ressource multimédia ; pour l'essentiel ces modes d'évaluation proposent des outils constitués par des grilles d'analyse composées de critères variés issus des principes heuristiques ou des recommandations ergonomiques. Cependant, on note toutefois deux exceptions notables qui

³ « Les critères ergonomiques de Bastien et Scapin » sont le plus souvent pris comme référence dans ce mode d'évaluation : Bastien, J.M.C., Scapin, D. (1993) *Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human-Computer interfaces*. Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique, France.

approchent les processus cognitifs dans les méthodes d'évaluation de ressources multimédias parmi celles que nous avons examinées :

- L'une qui évalue l'activité cognitive de l'utilisateur, sa perception de l'interface, son degré de mémorisation des informations rencontrées, les modes de résolution de problèmes qu'il emploie ou le niveau de compréhension qui ressort pendant ou après l'utilisation de l'application : E.M.C.M.T.S⁴ (INSA de Lyon)
- L'autre qui s'intéresse à la charge cognitive de l'interface logicielle en se basant sur un modèle prédictif : PROCOPE (CNRS)

Qu'elle soit menée lors de la conception, pendant la réalisation ou à l'issue de la finalisation du produit multimédia, la démarche d'évaluation est dans la grande majorité des cas basée sur l'observation du comportement de l'utilisateur : en simulation grâce à des maquettes ou des jeux d'essais ou en situation d'utilisation réelle du produit multimédia achevé. C'est donc l'empirisme qui domine largement les démarches d'évaluation existantes.

Enfin une constatation générale retiendra toute notre attention : le caractère multimodal du multimédia n'est quasiment pas pris en compte, probablement parce que la plupart des études ont été entreprises à une époque où les ordinateurs dits multimédias faisaient à peine leur apparition.

La production du sens selon la théorie de la sémiotique triadique

Le choix de conduire nos travaux en nous appuyant sur les acquis de la sémiotique triadique trouve toute sa justification dans la définition même du signe telle que l'a énoncée le philosophe américain Charles Sanders Peirce⁵. En effet, le signe triadique incorpore notamment les aspects représentatifs et cognitifs de la communication. C'est sur l'architectonique de ce signe que se fonde notre approche et en particulier sur le modèle théorique formalisé par Robert Marty⁶ en prolongement de l'œuvre de Peirce avec le treillis des classes de signes. Ce modèle nous offre une véritable grammaire explicite du signe qui rend opératoire toute démarche d'analyse sémiotique.

⁴ Evaluation Methodology for Computer Mediated Teletraining Systems

⁵ Charles Sanders Peirce (1839-1914) inventa la sémiotique triadique dont il dit qu'il s'agit de l'autre terme pour désigner la logique, il est notamment le père du pragmatisme.

⁶ Robert Marty s'inscrivant dans la stricte lignée de Peirce a algébrisé la grammaire du signe en proposant le modèle formel du signe triadique sous forme du treillis des classes de signes – « L'algèbre des signes » éditions John Benjamins -1990

Au cœur de notre problématique se trouve la communication de la connaissance. Dans ce contexte multimédiatisé, champ de notre étude, il nous apparaît effectivement essentiel de disposer d'éléments scientifiquement établis pour étayer notre démarche de prise en compte des processus cognitifs. Pour cela, notre point de départ sera le système de représentation multimodal en tant que système complexe de signes et notre point d'arrivée la signification, aboutissement du processus d'accès à la connaissance. L'approche didactique qui donne à la ressource multimédia son caractère éducatif fait partie intégrante du système de représentation au sein duquel elle régit l'interactivité.

Dans la partie de l'œuvre de Peirce qui est consacrée au signe, nous disposons d'une description formelle scientifiquement établie des phénomènes de représentation. Nous nous appuyons sur ce résultat pour construire notre système d'analyse critique en utilisant le modèle formel de Robert Marty⁷ qui permet d'établir que cinq parcours cognitifs et cinq seulement mènent à la connaissance la plus évoluée dans le monde des signes ; ces cinq parcours cognitifs sont en quelque sorte immanents à tout apprentissage.

Une autre partie de l'œuvre du philosophe américain sert également de base à notre approche du multimédia : elle se rapporte au caractère volitif du processus d'apprentissage. Cette approche nous semble tout à fait adaptée à la modélisation des situations interactives. Nous plaçons la volition comme élément fondamental de la modélisation de l'interactivité multimédia à caractère éducatif. Ainsi appliquée au multimédia éducatif, la théorie sémiotique nous conduit à dégager une procédure d'analyse critique cognitive du multimédia.

Approche syncrétique et cognitive du multimédia

Nous abordons le multimédia par ses caractéristiques fondamentales : interactivité et multimodalité. Le système de représentation constitué par la ressource numérique s'apparente d'un point de vue formel à un système de signes qui fait appel à plusieurs registres sensoriels dont la sollicitation simultanée affecte les processus cognitifs. Nous étudions la coopération des instances multimodales en les situant dans la problématique des sémiotiques syncrétiques.

Cette multimodalité est en fait une bimodalité (signe sonore- signe visuel) assortie d'une instance réactive, la volition. La volition étant du côté du sujet de la connaissance, le système de représentation s'appuie en fait sur deux instances qui coopèrent selon trois modes : complémentarité, redondance ou concurrence. Nous relevons par ailleurs qu'il existe

⁷ Selon Robert Marty « L'algèbre des signes » p. 340, il y a exactement cinq chemins possibles sur les cinq niveaux [à l'intérieur du treillis] pour accéder au savoir.

trois types de situations d'interactivité dans les ressources multimédias : navigationnelle, dynamique, explicative. L'analyse des modes de coopération multimodale, menée au sein des différents types de situations d'interactivité modélisées, nous permet de mettre en évidence l'impact de la multimodalité selon le type d'interactivité.

Nous débouchons enfin sur une modélisation des situations d'interactivité considérées comme des hypersignes multimédias, qui concourt à notre démarche d'évaluation par la sémiotique.

Préconisations pour une évaluation sémiotique des ressources multimédias

Deux aspects de l'évaluation nous semblent importants à appréhender. L'évaluation *a priori* est celle qui doit être menée lors de l'élaboration des ressources multimédias par les concepteurs et les réalisateurs. L'évaluation *a posteriori* est celle qui permet à un utilisateur potentiel, enseignant ou autre éducateur, de déterminer l'efficacité d'une ressource multimédia existante. Nous considérons ces deux aspects dans une perspective cognitive.

Sans sortir de la rigueur qui caractérise l'œuvre du philosophe américain, mais dans la perspective de contribuer à rendre plus communicable et exploitable la théorie du signe, nous proposons deux méthodologies structurées.

La première intitulée SémioDev vise à intégrer la dimension sémiotique dans les méthodologies de conception de logiciels orientés objet et en particulier le langage de modélisation UML. L'objectif est de fournir aux concepteurs/designers un outil prêt à l'emploi fondé sur la sémiotique triadique (mais ne nécessitant pas sa maîtrise ni même de la connaître) leur assurant que la définition des objets et des scénarios qu'ils envisagent est basée sur des principes cognitifs garantissant un accès à la connaissance scientifiquement garanti et maîtrisé puisqu'il en respectera l'ordonnement *a priori*.

La deuxième intitulée SémioVal propose un cheminement méthodologique pour analyser un produit multimédia éducatif en vue d'en extraire les caractéristiques cognitives. Cette méthodologie s'adresse à des enseignants ou formateurs désirant s'assurer de l'usage qui peut effectivement être fait d'une ressource existante dans un souci de réussite de l'apprentissage.

Perspectives

En prolongement de ces travaux, il nous semble nécessaire d'obtenir une validation de la démarche d'évaluation sémiotique en proposant aux acteurs de l'édition multimédia de participer à l'évaluation des méthodologies proposées.

Une perspective plus éloignée semble alors se dessiner : intégrer les deux méthodologies dans des assistants logiciels qui pourraient prendre place dans des outils⁸ existants.

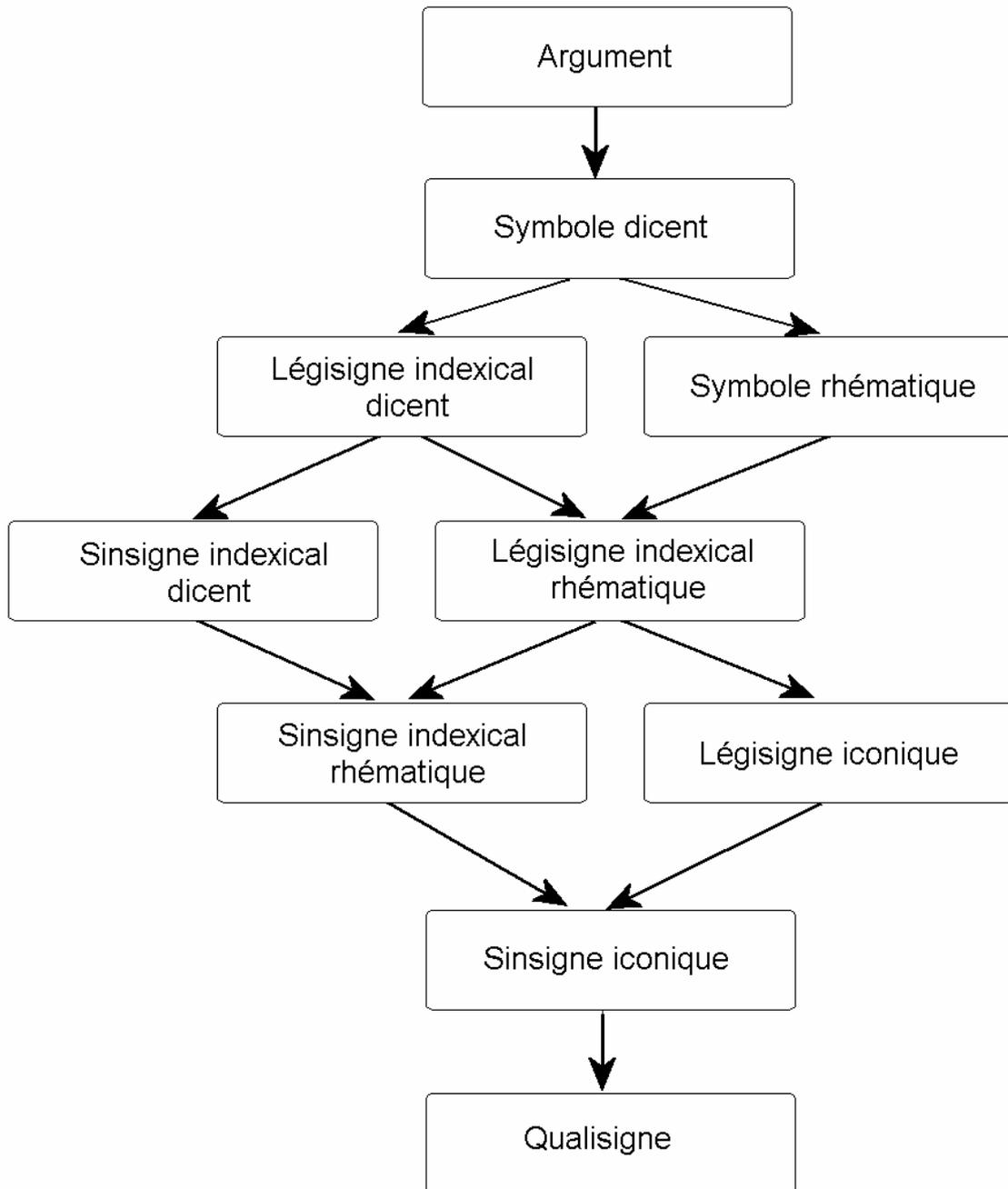
L'objectif d'opérationnalisation de la démarche serait ainsi atteint. On disposerait alors d'une méthodologie fondée sur une théorie rigoureuse et garantie par une pratique analytique associant les approches syncrétique et cognitive.

Annexes :

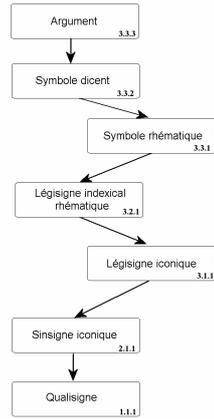
- Le treillis des classes de signes
- Les cinq chemins d'accès à la connaissance
- Sommaire détaillé de la thèse

⁸ Nous pensons ici à des ateliers de génie logiciel tels que « UML – Rational Rose », « Poséidon », « ModelMaker » etc.

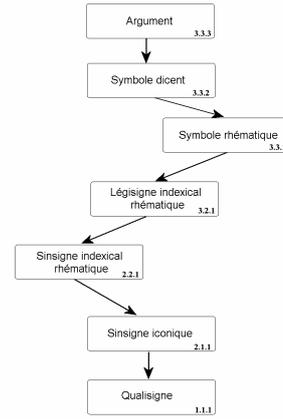
Le treillis des classes de signes



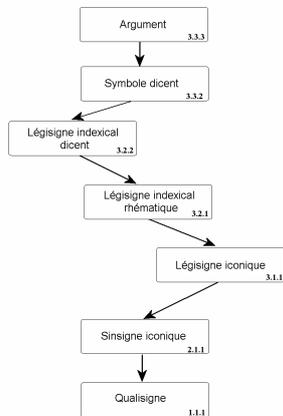
Les cinq chemins d'accès à la connaissance



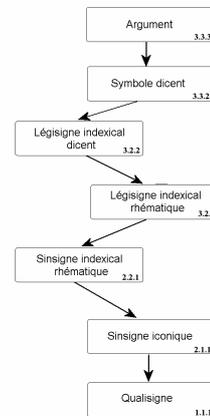
Chemin n°1 : connaissance formelle



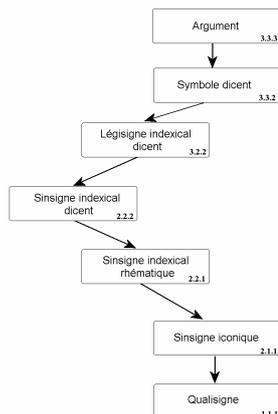
Chemin n°2 : connaissance symbolique de 2^{ème} degré



Chemin n°3 : connaissance symbolique de 1^{er} degré



Chemin n°4 : connaissance vulgaire



Chemin n° 5 : accès à la connaissance immédiate

On observe qu'un apprenant, sujet de la connaissance, parcourt ces cinq chemins à travers le treillis en partant d'un sentiment global d'objet pour aboutir à sa capacité d'argumenter sur l'être et les modes d'être de l'objet.

Première partie

Evaluation du multimédia : état de l'art et principes fondamentaux

1. **Introduction de la première partie**
2. **Evaluation du multimédia : état de l'art**
 - 2.1. Une préoccupation mondiale
 - 2.2. Analyse de démarches existantes
 - 2.2.1. CIDOC : Archives & Museum Informatics - Pittsburgh - U.S.A.
 - 2.2.2. Design, Implementation, and Evaluation of Multimedia Resources for Earth Science Education : University at Buffalo - New York - U.S.A.
 - 2.2.3. EMMUS : Réseau européen de recherche sur l'utilisabilité du multimédia - Europe
 - 2.2.4. EMPI : Université de Technologie de Compiègne - France
 - 2.2.5. ERGOVAL : Université Toulouse 1 - France
 - 2.2.6. Evaluating educational multimedia : University of Alberta - Canada
 - 2.2.7. Evaluation of Multimedia Products : University of Michigan - USA
 - 2.2.8. Evaluation Methodology for Computer Mediated Teletraining Systems: INSA de Lyon - France
 - 2.2.9. Heuristic evaluation of educational multimedia : University of Southern Queensland, Toowoomba, Q, Australie
 - 2.2.10. MERLIN : Inria - France
 - 2.2.11. MIME Evaluation Tools : Georgia Institute of Technology - U.S.A.
 - 2.2.12. Quality evaluation of educational multimedia systems : University of Ballarat - Australie
 - 2.2.13. LAMI : GRAIM - Université Laval -Canada
 - 2.2.14. ProcOpe : CNRS-ESA 7021 Cognition & Activités Finalisées - Université de Paris 8
 - 2.2.15. The design, implementation and evaluation of a multimedia application for second language listening comprehension : University of Wolverhampton - Angleterre 46
 - 2.2.16. The Development, Formative and Summative Evaluation of A Computer multimedia Tutorial : WALDEN University - U.S.A.
 - 2.2.17. SUMI (Software Usability Measurement Inventory) : University college Cork - IRLAND
3. **Principes fondamentaux de l'évaluation**
 - 3.1. Différentes approches de l'évaluation
 - 3.1.1. Evaluation sommative
 - 3.1.2. Evaluation formative
 - 3.1.3. Évaluation heuristique
 - 3.1.4. Evaluation ergonomique
 - 3.1.5. Inspection cognitive
 - 3.2. Classification des approches évaluatives
 - 3.2.1. Approche empirique de l'évaluation
 - 3.2.2. Approches analytiques de l'évaluation
 - 3.2.3. Les approches orientées utilisateur
 - 3.2.4. Les approches basées sur une expertise humaine
 - 3.2.5. Les approches par modélisation
 - 3.3. Normes et standards utilisés pour l'évaluation du multimédia
 - 3.3.1. Origine et nature des normes et des standards
 - 3.3.2. Normes et standards de l'ISO
 - 3.3.3. Normes et standards de l'AFNOR
 - 3.3.4. Principes heuristiques
 - 3.3.5. Critères ergonomiques de Scapin et Bastien
 - 3.4. L'approche évaluative idéale
4. **Synthèse de l'état de l'art**
 - 4.1. Vision critique du fondement des principes et des normes
 - 4.2. Un empirisme dominant
 - 4.3. Problématique de l'évaluation automatisée
 - 4.4. La prise en compte des processus cognitifs dans l'évaluation
 - 4.5. Comment la capacité d'action de l'apprenant est-elle évaluée
 - 4.6. La place de la multimodalité des ressources multimédias dans l'évaluation
 - 4.7. Perspectives

Deuxième partie

Multimédia et processus cognitifs : approche sémiotique

5. Introduction de la deuxième partie

6. Le multimédia éducatif : contexte et champs de l'étude

- 6.1. Construction lexicale
- 6.2. Définition du multimédia éducatif
- 6.3. Sous ensemble de l'étude

7. La production de connaissance dans un environnement multimédia

- 7.1. Du signe au multimédia
 - 7.1.1. Des sciences de la signification à la sémiotique
 - 7.1.2. Une théorie générale
 - 7.1.3. La conception peircienne du signe
- 7.2. Les phénomènes sémiotiques
 - 7.2.1. Description des phénomènes sémiotiques
 - 7.2.2. Structures relationnelles internes au phénomène
 - 7.2.3. Un modèle triadique pour les phénomènes sémiotiques
- 7.3. Les modes d'être
 - 7.3.1. Notions de phanéron
 - 7.3.2. Les catégories phanérosopiques
 - 7.3.3. La Phanérosopie
- 7.4. Processus interprétatifs
 - 7.4.1. Perception vs interprétation
 - 7.4.2. La perception visuelle
 - 7.4.3. La perception auditive
 - 7.4.4. La perception bimodale
 - 7.4.5. Le rôle de l'interprétant
- 7.5. Grammaire du signe
 - 7.5.1. Trichotomies et classes de signes
 - 7.5.2. Relations entre classes de signes
 - 7.5.3. Le treillis des classes de signes
- 7.6. Les modes de raisonnement
 - 7.6.1. La déduction
 - 7.6.2. L'induction
 - 7.6.3. L'abduction
 - 7.6.4. Synoptique des modes de raisonnement
- 7.7. Processus de production du sens
 - 7.7.1. La sémosis : un processus triadique et infini
 - 7.7.2. Objet immédiat et objet dynamique
 - 7.7.3. Interprétants
- 7.8. Les chemins d'accès au savoir
 - 7.8.1. Parcours cognitifs
 - 7.8.2. Chemin n° 1
 - 7.8.3. Chemin n° 2
 - 7.8.4. Chemin n° 3
 - 7.8.5. Chemin n° 4
 - 7.8.6. Chemin n° 5

8. La dimension interactive du multimédia

- 8.1. Interactivité et volition
- 8.2. Contextualisation
- 8.3. Système de représentation
- 8.4. Différentes sortes d'interactivité

9. Le multimédia considéré comme un hypersigne

- 9.1. Approche syncrétique
- 9.2. Approche cognitive

10. Modélisation sémiotique des situations d'interactivité

- 10.1. Structures relationnelles internes de l'interactivité
- 10.2. Formalisation triadique des situations d'interactivité
- 10.3. Organisation sémiotique des séquences d'apprentissage multimédiatisées

Troisième partie

Evaluation sémiotique du multimédia éducatif

11. **Introduction de la troisième partie**
12. **Finalité et objectifs d'une évaluation sémiotique**
 - 12.1. Finalité
 - 12.2. Objectifs
 - 12.2.1. Aider à la conception des ressources éducatives multimédias
 - 12.2.2. Dégager les utilisations possibles d'une ressource existante
 - 12.3. Les moments de l'évaluation
 - 12.3.1. Lors de la conception
 - 12.3.2. En préalable au choix en vue d'une utilisation
13. **Que doit-on évaluer ?**
 - 13.1. La nature de la situation d'interactivité
 - 13.2. Le système de représentation
 - 13.2.1. Ce qui est présent à l'esprit
 - 13.2.2. Les composantes sémiotiques
 - 13.3. La structuration multimodale
 - 13.3.1. Catégorisation sémiotique et modale
 - 13.3.2. Coopération multimodale
 - 13.4. La consigne
 - 13.5. Le cheminement cognitif
14. **Les éléments pour une méthodologie**
 - 14.1. Etude du système de représentation
 - 14.2. Analyse de la situation d'interactivité multimodale
 - 14.3. Evaluation du chemin cognitif
15. **La mise en œuvre des outils d'évaluation sémiotique**
 - 15.1. La phanéroscopie
 - 15.2. Le treillis des classes de signes
 - 15.3. Le diagramme des relations multimodales
 - 15.4. Les chemins d'accès à la connaissance
16. **Proposition d'une méthodologie de conception : SémioDev**
 - 16.1. Une méthodologie en cinq étapes
 - 16.1.1. Etape n°1 : Prise en compte des objectifs d'apprentissage
 - 16.1.2. Etape n°2 : Dessin des parcours cognitifs à intégrer
 - 16.1.3. Etape n°3 : Définition des structures sémiotique
 - 16.1.4. Etape n°4 : Elaboration de la charte des concepts de représentation
 - 16.1.5. Etape n°5 : Architecture des situations d'interactivité, éléments de scénario
 - 16.2. Synoptique de la méthodologie SémioDev
17. **Proposition d'une méthodologie d'évaluation : SémioVal**
 - 17.1. Une méthodologie en six étapes
 - 17.1.1. Etape n°1 : Délimitation du sous-ensemble à évaluer
 - 17.1.2. Etape n°2 : Formalisation de la structure de ce qui est présent à l'esprit
 - 17.1.3. Etape n°3 : Inventaire des éléments constitutifs du contexte
 - 17.1.4. Etape n°4 : Catégorisation sémiotique des signes inventoriés
 - 17.1.5. Etape n°5 : Relevé des relations multimodales et formalisation de la situation d'interactivité
 - 17.1.6. Etape n°6 : Analyse des parcours cognitifs
 - 17.2. Synoptique de la méthodologie SémioVal
18. **Cas d'étude**
19. **Préconisations et perspectives**
 - 19.1. Pour les concepteurs de ressources
 - 19.2. Pour les pédagogues
 - 19.3. Vers une assistance logicielle à l'évaluation