



Enrichissement de vidéos numériques : un outil pour les enseignants

Dominique Deuff, Magali Mazière, Isabelle Chanclou, Nicole Devoldère,
Mariette Maurizot

► To cite this version:

Dominique Deuff, Magali Mazière, Isabelle Chanclou, Nicole Devoldère, Mariette Maurizot. Enrichissement de vidéos numériques : un outil pour les enseignants. Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain 2003, Apr 2003, Strasbourg, France. pp.151-162. edutice-00000133

HAL Id: edutice-00000133

<https://edutice.hal.science/edutice-00000133>

Submitted on 3 Nov 2003

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Enrichissement de vidéos numériques :

Un outil pour les enseignants

Dominique Deuff*, Magali Mazière, Isabelle Chanclou *, Nicole Devoldère*, Mariette Maurizot *****

**SVA/TOP*

France Télécom R&D

Technopôle Anticipa - 2, avenue Pierre Marzin

22307 Lannion Cedex

dominique.deuff@wanadoo.fr, isabelle.chanclou@francetelecom.com,

nicole.devoldere@francetelecom.com

*** INRIA, Sophia-Antipolis*

magali.maziere@inria.fr

****DIH/HDM, France Télécom R&D*

mariette.maurizot@francetelecom.com

RÉSUMÉ. La numérisation de la vidéo et l'arrivée des réseaux haut-débits modifient le contexte d'utilisation de la vidéo en classe. Elles contribuent à une plus grande utilisation de ce média et améliorent les possibilités d'usage et de services que procure la vidéo. Dans ce contexte, nous avons réalisé un « module vidéo », divisé en deux éditeurs qui permettent à l'enseignant, l'un l'enregistrement de marques temporelles (instant particulier que l'enseignant veut « marquer » pour y avoir accès rapidement), l'autre la production de zones cliquables (parties de la vidéo, objets particuliers que l'enseignant extrait pour les mettre en valeur, les utiliser comme hyperliens, ou les insérer par « collage » dans un contexte différent). Ces deux types de fonctionnalités, marques temporelles et zones cliquables, sont structurées et conservées dans un fichier XML, afin d'être réutilisables par diverses technologies, pour différents usages et par de multiples auteurs. Cet article décrit la mise en oeuvre de ces deux éditeurs.

MOTS-CLÉS : outil auteur, vidéo numérique, XML

1. Introduction

La numérisation de la vidéo et l'arrivée des réseaux haut-débits modifient le contexte d'utilisation de la vidéo en classe. Elles contribuent à une plus grande utilisation de ce média et améliorent les possibilités d'usage et de services que procure la vidéo. F. Pasquier, [PASQUIER 2000], précise ainsi, que « *la vidéo présente des aspects de continuité (les utilisateurs peuvent s'en servir facilement [- boutons du magnétoscope -]) et des aspects de ruptures par rapport à la vidéo créée, stockée et diffusée avec et sur des outils et des supports analogiques* ». La numérisation de la vidéo permet :

- **la mise à disposition des contenus** : Les enseignants du secondaire souhaitent disposer de vidéos à usages pédagogiques, utilisables en classe [MANTSOS 2000]. Le service de la BPS (Banque de Programmes et de Services de France5) apporte un élément de réponse en mettant à disposition des enseignants, une multitude de films classés en fonction de critères tels que le niveau de la classe, le thème, la discipline, etc. [BPS]. De nouvelles ressources vidéos, libres de droits, pour une utilisation en classe, font aussi leur apparition et sont proposées par diverses institutions [EDUCNET] : Côté Télé et Télédoc pour le CNDP ; Côté Profs pour France5 ; BBC, grille de programmes de la chaîne correspondante ; et Europe by Satellite, l'actualité télévisée de l'Union Européenne.
- **l'amélioration de l'utilisation du magnétoscope** : L'utilisation de la vidéo numérisée apporte des solutions aux difficiles exploitations du magnétoscope en classe dues « *[à] l'imprécision de la recherche (même en se référant au compteur), [à] la perte de temps, [aux] perturbations subies par l'écran pendant la recherche [...], [à] une altération irrémédiable du signal vidéo [...qui] rend à la longue la cassette inexploitable* » [LAVERGNE 2001]. Le support numérique évite la dégradation du film. L'enseignant peut envisager, sans difficulté, un usage répété d'une même séquence vidéo. L'utilisation d'une vidéo sur PC est toujours accompagnée d'un navigateur dont les fonctionnalités de base sont identiques à celle d'un magnétoscope : présence des boutons « lecture », « stop » et « pause ». Ceci contribue à conserver des pratiques déjà établies chez certains enseignants. Pour faciliter la recherche de séquences et éviter la perte de temps, la création de marques aux endroits jugés utiles par l'enseignant remplace les compteurs des magnétoscopes et évite la recherche des séquences ; l'enseignant ayant à cliquer sur les marques préalablement créées pour que la vidéo se place à l'endroit qu'il désire (le navigateur de la BPS permet cette fonctionnalité). F. Pasquier souligne que « *l'accès direct aux séquences préalablement repérées, favorise[] le dynamisme des séances de travail et permet[] donc une communication plus spontanée des élèves* » [PASQUIER 2000].
- **de nouveaux usages** : Le développement des techniques du marché telles que Windows Media ou RealNetworks permettent désormais de réaliser la

synchronisation d'un texte avec la vidéo. L'apport de ces technologies a été démontré dans le cas de l'apprentissage du théâtre [LE GOFF 2001], [FOUCAULT 2002] ou des langues [AUVRAY 2000]. La gestion temporelle de la vidéo permet le découpage en plans des séquences vidéos, ce qui facilite leur recherche ou leur indexation [MAZIERE 2001], [CARRIVE 2000]. Ce découpage permet également de mettre bout à bout diverses séquences ou de réaliser des résumés de vidéo, comme par exemple la production de résumés dans le cadre de séries télévisées [HUET et al. 2001]. De nouveaux usages peuvent aussi s'envisager en exploitant les aspects spatiaux de la vidéo à savoir la segmentation en plusieurs objets. Ces objets peuvent être utilisés de plusieurs manières : en tant qu'ancres pour la réalisation d'hyperliens, en tant qu'éléments à mettre en valeur, ou en tant qu'éléments de collage pour la création d'une bande dessinée, etc.

A travers les différents usages que nous venons de balayer, la vidéo numérique montre sa richesse pédagogique au regard des possibilités techniques de plus en plus sophistiquées. Le « module vidéo » que nous voulons simple d'utilisation, vise à procurer à l'enseignant :

- les caractéristiques permettant de créer et d'annoter des *marques temporelles* dans une vidéo.
- des caractéristiques nouvelles de sélection d'un objet dans une vidéo afin de pouvoir disposer d'objets de la vidéo, nommés *zones cliquables*.

2. Définitions

Le « module vidéo » est composé de deux éditeurs, l'un pour la réalisation de *marques temporelles*, l'autre pour la création de *zones cliquables*. Ce module prend en entrée une vidéo de type .avi et produit, dans un fichier XML relatif à une vidéo, les fonctionnalités définies comme suit :

- **une liste de fonctionnalités d'une vidéo** comporte des attributs relatifs à la vidéo : sa hauteur, sa largeur, le nom du créateur de la fonctionnalité, le nombre d'images et l'url de la vidéo. Une fonctionnalité correspond à une *marque temporelle* ou une *zone cliquable*.
- **une marque temporelle** correspond à un instant précis dans la vidéo. Elle a pour attribut un nom explicitant l'instant choisi et le temps de la marque (Figure 1).
- **une zone cliquable** correspond à un objet de la vidéo caractérisé par un ensemble de contours, un contour par image de la vidéo où l'objet est présent (Figure 1). Une *zone cliquable* a pour attribut un nom qualifiant l'objet et le temps à partir duquel la zone devient sensible.
- **un contour** contient un ensemble de points définis par une abscisse et une ordonnée. Il est caractérisé par un temps correspondant à une image de la vidéo (Figure 1).

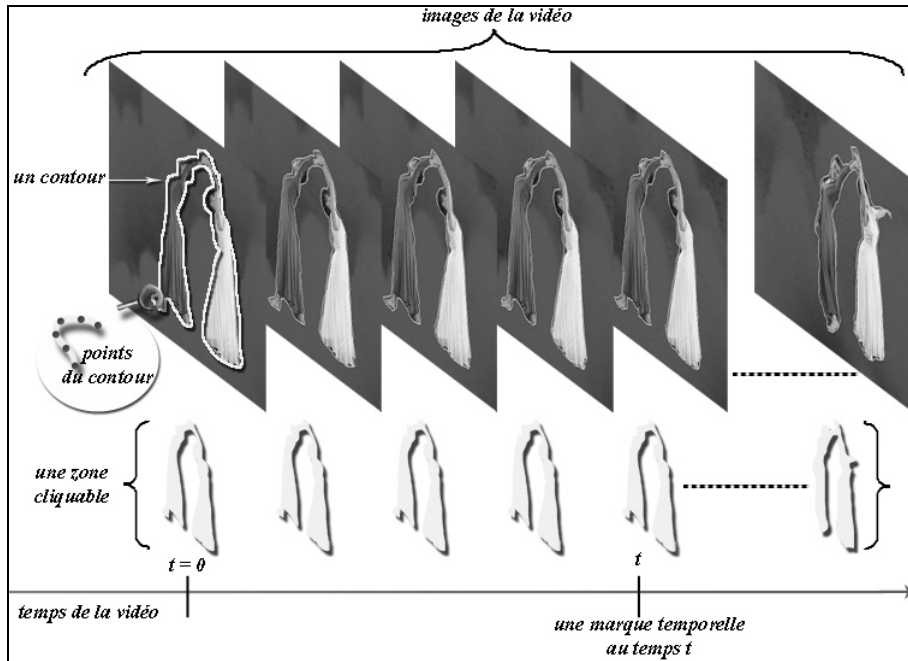


Figure 1 : les différentes composantes décrivant les zones cliquables et les marques temporelles

L'ergonomie des logiciels, à travers les nombreuses recommandations qu'elle propose, vise à permettre la création d'applications adaptées à l'utilisateur et à sa tâche. Les assistants d'installations proposent des interfaces particulières car contraintes à suivre des critères dont le but consiste à restreindre le choix de l'utilisateur afin de le guider pour lui permettre d'installer un logiciel rapidement, simplement, en minimisant le nombre d'erreurs. Pour cela, ces interfaces mettent en oeuvre principalement toute règle permettant le guidage et l'incitation de l'utilisateur [YHARRASSARRY 2000]. Les guides [SAP] et [YHARRASSARRY 1999] décrivent les caractéristiques de ces interfaces dont nous retenons particulièrement les principes suivants :

- découpage de la tâche en plusieurs étapes, et structuration de ces étapes sous forme de séquences (ou branches) linéaires prédéfinies d'écrans,
- mise à la disposition de l'utilisateur d'un plan de parcours, récapitulatif des actions en fin de processus,
- conception d'écrans cohérents et homogènes sur la base de plusieurs zones.

Dans ce papier nous ne détaillons pas plus avant l'interface de ce module bien que les interfaces graphiques jouent un rôle important dans les applications destinées à des publics non-informaticiens. Nous avons mis en place, une interface simple, destinée à des enseignants « novices » en informatique et qui respecte une logique de construction [DEUFF et al. 2002], en s'inspirant des principes retenus des

IHM de type assistants d'installation. L'interface est ainsi composée d'écrans pilotés par une barre de navigation (plan de parcours). Chaque écran correspond à une étape du processus de création (la tâche), et la barre de navigation dépend de la logique de construction. Le processus de création des *marques temporelles* et de *zones cliquables* n'étant pas le même, deux barres de navigation différentes ont été créées.

Nous allons décrire, dans ce qui suit, les deux éditeurs en discutant de leurs particularités dues à l'utilisation de la technologie XML pour la conservation des données et l'utilisation de la technologie MPEG-4 [MPEG-4 1998] pour leur exploitation. XML a été utilisé pour séparer la représentation visuelle des fonctionnalités de leurs descriptions, ainsi que pour faciliter leur réutilisation par divers auteurs, dans divers contextes en utilisant des technologies différentes. La technologie MPEG-4 est utilisée pour gérer la visualisation d'une vidéo. Ce choix se justifie par l'utilisation de cette technologie dans un outil de création de contenus pédagogiques auquel le « module vidéo » peut être rattaché.

3. L'éditeur de marques temporelles

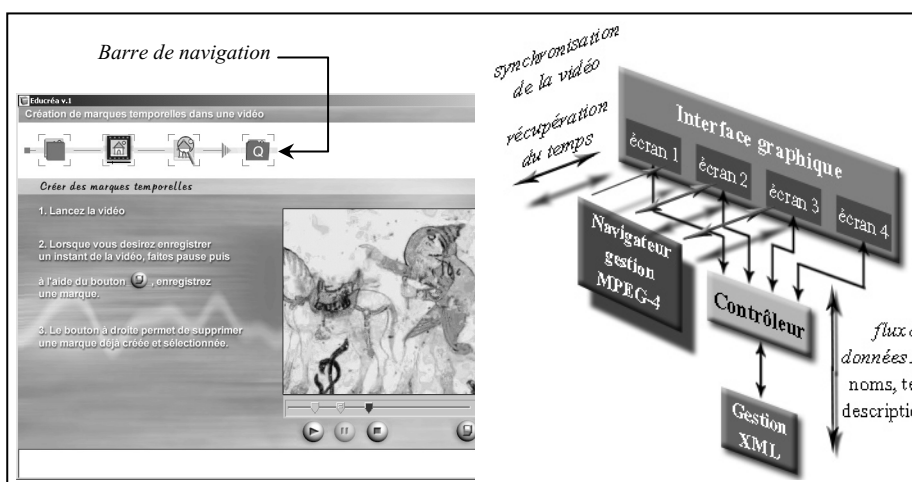
Le processus de création des *marques temporelles* comporte quatre étapes. Chacune est représentée par un écran (Figure 2), à savoir :

1. **choix d'une vidéo** : l'utilisateur sélectionne sur son PC ou à distance, dans un répertoire, la vidéo sur laquelle il veut travailler. Il a la possibilité de visualiser la vidéo avant de passer à l'étape suivante.
2. **sélection des marques temporelles** (écran de la Figure 2) : dans cet étape, l'utilisateur visionne la vidéo et crée autant de *marques temporelles* qu'il désire. Les *marques temporelles* sont représentées par des curseurs placés sur la barre de temps. Le curseur sélectionné place la vidéo au temps correspondant.
3. **description des marques temporelles** : l'utilisateur ayant créé des *marques temporelles*, il doit les identifier par un nom et une description pour permettre leur indexation et réutilisation.
4. **fin**, enregistrement des *marques temporelles* dans un fichier XML.

L'architecture sépare l'interface des fonctionnalités techniques via un contrôleur. Les fonctionnalités techniques correspondent à la gestion XML des données relatives aux *marques temporelles* à savoir, les temps, leur noms et leur descriptions (Figure 2). Un navigateur MPEG-4 est présent dans les écrans de l'éditeur, il sert à visualiser la vidéo. Le gestionnaire de fonctions MPEG-4, via le navigateur récupère les temps correspondants aux attributs des *marques temporelles* et positionne la vidéo aux instants marqués, activés par l'utilisateur (marque foncée, Figure 2). Ainsi, la technologie MPEG-4 est utilisée dans ce contexte pour gérer les aspects vidéo. Toute autre technologie administrant des fonctionnalités enrichies pour une vidéo (« lecture », « stop », « pause », récupération du temps courant de la vidéo,

lecture à partir d'un temps donné) aurait pu être exploitée, comme Windows Media ou Real Networks.

Figure 2 : écran de création de marques temporelles et architecture de l'éditeur de marques temporelles



4. L'éditeur de zones cliquables

Le but de cet éditeur est la création de *zones cliquables*. L'éditeur est basé sur un outil de segmentation et suivi d'objets dans une vidéo [MAZIERE 2001]. Une *zone cliquable* étant définie par un ensemble de contours, le processus consiste à déterminer le contour de l'objet d'intérêt dans la première image (partie segmentation), puis à calculer successivement le contour de l'objet pour les images qui suivent (partie suivi). La *zone cliquable* ainsi créée est par la suite annotée afin d'être retrouvée et réutilisée par d'autres enseignants. A partir de la version précédente de l'outil, le travail a consisté à transformer l'interface et minimiser le nombre de paramètres afin de rendre l'éditeur accessible pour un non expert en traitement d'images. Aussi nous présentons tout d'abord l'algorithme de segmentation et suivi d'objets dans une vidéo, puis les choix adoptés quant aux paramètres de l'algorithme, enfin les fonctionnalités de l'éditeur basées sur cet algorithme.

4.1. L'outil de segmentation et suivi d'objet dans une vidéo

L'algorithme de l'outil est découpé en deux parties. La première concerne la segmentation d'un objet dans une première image, et la seconde décrit le suivi de l'objet dans les images qui suivent. L'approche retenue est basée sur la technique des

contours actifs [KASS et al 1987]. Un contour actif, dans cette application, est représenté par un ensemble de points ou nœuds ayant une valeur. Les déplacements de ces nœuds font évoluer le contour actif vers le contour réel de l'objet d'intérêt.

La segmentation s'applique à la première image de la vidéo. L'utilisateur entoure l'objet, puis fixe trois paramètres avant de lancer la segmentation. Ces trois paramètres gèrent l'évolution du contour actif durant la segmentation :

- **la résolution du contour actif** : elle définit la distance entre deux nœuds consécutifs. Plus les nœuds sont proches et plus le contour actif est précis.
- **le seuil de blocage** : pour se rapprocher du contour de l'objet, le contour actif se déplace. Une valeur est calculée en chaque nœud du contour actif. Le seuil de blocage indique si un nœud doit être déplacé pour faire évoluer le contour actif. Un nœud se déplace si sa valeur est inférieure à ce seuil.
- **la constante de raideur** : le terme de ressort représente la courbure du contour et a pour effet de contracter le contour actif autour du contour de l'objet. L'influence du terme de ressort est pondérée par la constante de raideur.

Une fois la segmentation sur la première image établie, le suivi consiste à déterminer les contours de l'objet sur chaque image de la vidéo. L'utilisateur fixe de nouveaux paramètres, au nombre de cinq, permettant le réglage du suivi de l'objet dans la vidéo. L'utilisateur lance ce second processus qui calcule et détermine le contour de l'objet d'intérêt dans chaque image de la vidéo.

Le suivi de l'objet dans la vidéo est basé sur une estimation de mouvements multi-résolution entre deux images consécutives, calculée dans une couronne. Cette couronne est définie à partir de dilatations successives effectuées sur le contour actif de l'image précédente. Une fois le mouvement évalué entre deux images, les nœuds du contour actif sont déplacés en fonction du mouvement estimé. Pour obtenir un contour affiné, le processus de segmentation est à nouveau appliqué sur le contour actif préalablement élargi.

Cette partie de l'algorithme est plus complexe et nécessite cinq paramètres :

- **le nombre de dilatations de la couronne** : la couronne est obtenue par dilatation du contour actif. Le nombre de dilatations fait partie des paramètres ajustables par l'utilisateur. Plus ce nombre est important, plus la zone pour le calcul de l'estimation de mouvement est importante, plus le calcul est long, mais l'estimation de mouvement, plus précise.
- **les paramètres pour le calcul de l'estimation de mouvement** : ces paramètres sont au nombre de trois :
 - le **niveau de multi-résolution** correspond au nombre de couronnes à résolutions différentes sur lesquelles sont estimés les paramètres de mouvement se propageant du niveau le plus grossier vers le niveau le plus fin (plus il est important, meilleure est l'estimation),

- le **nombre maximum d'itérations** accepté pour résoudre le système d'équations permettant l'estimation de mouvement (plus il est important, meilleure est l'estimation),
 - le **type de modèle de mouvement** (translation ou affine).
- le **facteur d'élargissement du contour actif avant affinage** : avant l'application de l'algorithme de segmentation sur le contour déplacé, ce dernier subit une homothétie axée sur le centre de gravité des sommets du contour actif. Le facteur multiplicateur de l'homothétie correspond au facteur d'élargissement du contour actif.

4.2. Adaptation des paramètres

Nous venons de voir que la version précédente de l'outil comporte huit paramètres. Ces paramètres sont complexes et nombreux pour des non-experts en traitement d'images. Aussi le travail a consisté, dans un premier temps à fixer la valeur de certains paramètres :

- la **constante de raideur** joue sur la précision de la courbe représentant le contour actif. Comme le but de cet éditeur n'est pas de proposer un outil permettant le détournement précis d'objets de la vidéo, la valeur de ce paramètre a été fixée.
- les valeurs des paramètres pour le calcul de l'estimation de mouvements ont été fixés pour plusieurs raisons. Le **nombre maximum d'itérations** et le **type de modèle de mouvement** concernent la précision de l'estimation de mouvement. Par rapport à nos objectifs concernant la précision du détournement et la simplicité de l'outil, ces paramètres ne sont pas fondamentaux, aussi, la valeur du paramètre « **nombre maximum d'itérations** » est-elle un compromis entre les temps de calculs et la précision sur la forme du contour actif, et le **type de modèle de mouvement** correspond à une transformation affine. Le paramètre « **niveau de multi-résolution** » concerne aussi la précision de l'estimation de mouvement. C'est un paramètre important que nous avons décidé de fixer dans un premier temps, quitte à l'intégrer à l'interface selon les résultats des tests utilisateurs.
- le **nombre de dilatation de la couronne** joue sur la précision du calcul de l'estimation de mouvement et sur le temps de calcul. Comme les paramètres de l'estimation de mouvement ne sont pas accessibles à l'utilisateur, la valeur de ce paramètre a aussi été fixée.
- le **facteur d'élargissement du contour actif** est un paramètre qui peut s'avérer intéressant à considérer dans le cas de zoom réalisé sur l'objet à segmenter. Mais comme ceci n'est pas fréquent dans les vidéos naturelles, le paramètre n'est pas proposé à l'utilisateur.

Deux paramètres sont donc accessibles à l'utilisateur dans la partie « segmentation », la **résolution du contour actif** et le **seuil de blocage**. Ils ont la

particularité de provoquer un effet visible à l'écran lors du changement de leur valeur. Pour rendre compréhensible ces paramètres et simplifier leur utilisation par des non-experts en traitement d'images, nous avons modifié :

- la **dénomination** : La *résolution* est renommée « précision sur la forme » car plus elle est importante, plus le nombre de points décrivant le contour actif est élevé et provoque visuellement un effet de finesse du contour. Le *seuil* est dénommé « ajustement du contour » puisqu'il concerne l'avancée du contour actif vers le contour de l'objet.
- la **représentation graphique** : Nous avons choisi d'utiliser des barres de réglages non numérotées permettant à un curseur de se déplacer entre les qualités « fine » et « grossière » pour la « précision sur la forme », et « proche » et « éloigné » pour « l'ajustement au contour » (Figure 3).

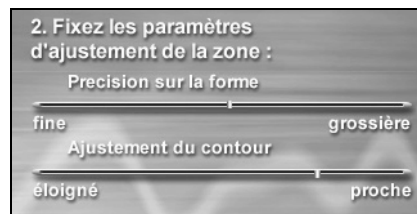


Figure 3 : La représentation des paramètres d'ajustement du contour actif

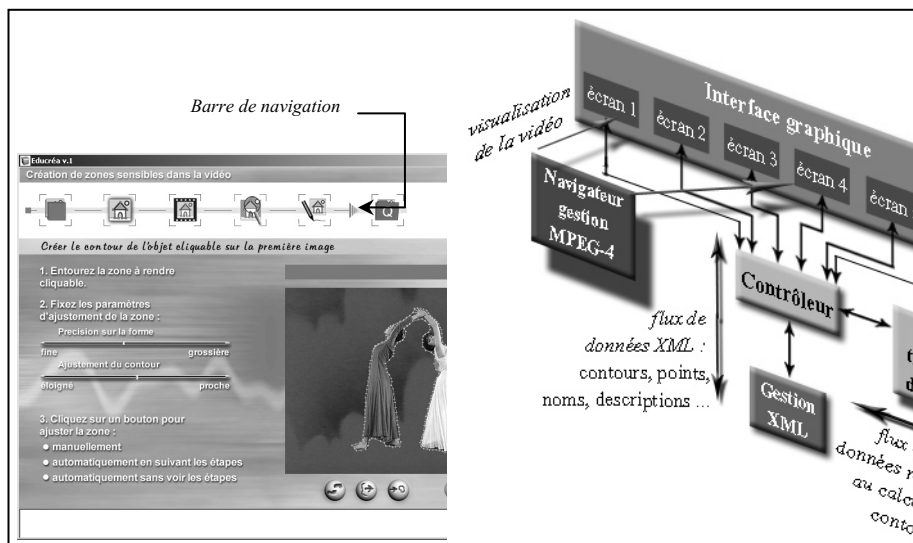
4.3. Description de l'éditeur

Le processus de création d'une *zone cliquable*, fondé sur l'algorithme vu précédemment, est composé de six étapes. Chaque étape est représentée par un écran, à savoir :

1. **choix d'une vidéo** : l'utilisateur sélectionne sur son PC ou à distance, dans un répertoire, la vidéo sur laquelle il veut travailler. Il a la possibilité de visualiser la vidéo avant de passer à l'étape suivante.
2. **détermination du contour dans la première image** (Figure 4) : dans cet étape, l'utilisateur entoure globalement l'objet qu'il veut « détourner ». Il règle deux paramètres de segmentation puis lance la segmentation. Cet écran correspondant à la première partie du processus. L'utilisateur a la possibilité de créer jusqu'à six contours.
3. **détermination des contours dans les images suivantes** : à partir d'un contour, l'utilisateur lance le suivi de segmentation sans régler aucun paramètre puisque tous ont été fixés. Il peut appliquer le processus sur l'ensemble des contours qu'il aura préalablement créés.
4. **visualisation du résultat** : l'utilisateur visualise en MPEG-4 la vidéo contenant la *zone cliquable*. Un clic sur la zone indique à l'utilisateur que « la zone est active » afin qu'il puisse disposer d'un retour sur son action.

5. **description de la zone cliquable sélectionnée** : l'utilisateur ayant créé une *zone cliquable*, il doit l'identifier par un nom et une description pour permettre sa réutilisation.
6. **fin**, enregistrement de la *zone cliquable* dans un fichier XML.

Figure 4 : l'écran de l'éditeur de création de zones cliquables contenant les paramètres de segmentation et architecture de l'éditeur de zones cliquables



L'architecture de l'éditeur de *zones cliquables* est, dans l'ensemble, identique à celle de l'éditeur de *marques temporelles*. La partie MPEG-4 ne concerne que la visualisation des vidéos. Un contrôleur sépare l'interface graphique des fonctionnalités techniques. Ces fonctionnalités sont de deux types, celles relatives au calcul des contours actifs (cœur de la version précédente de l'outil) et celles gérant les données concernant les *zones cliquables*. Le contrôleur pilote ces trois entités (interface graphique, gestionnaire XML, gestionnaire des fonctions de traitement d'images, Figure 4) de façon à maintenir une cohérence entre elles.

5. Conclusion

Dans la continuité des magnétoscopes, les lecteurs de vidéo sur PC utilisent des boutons de navigation pour contrôler la vidéo. A ces boutons est ajoutée une barre de navigation permettant d'accéder directement à des temps de la vidéo. Pour faciliter le travail des enseignants et éviter une perte de temps liée à la recherche des instants intéressants, des outils offrent la possibilité de créer des marques ou index, et de les garder en mémoire. Le « module vidéo » propose un éditeur de création de *marques temporelles*. Ces « marques » sont conservées dans un fichier XML dont

les données sont exploitables par tout navigateur permettant la synchronisation à partir de temps, comme Windows Media Player ou Real Networks.

Les travaux sur les aspects spatiaux de la vidéo visent à découper cette vidéo en objets afin de les identifier, pour spécifier une recherche, les mettre en valeur ou pour qu'ils servent d'ancres à la création d'hyperliens. Le « module vidéo » est composé d'un éditeur permettant la sélection d'un objet, appelée alors *zone cliquable*. Cet éditeur est basé sur un outil de segmentation et suivi d'objets dans une vidéo. De même que pour les *marques temporelles*, les données relatives aux *zones cliquables* sont conservées dans un fichier XML pour permettre leur réutilisation par d'autres auteurs, à d'autres fins.

Bien que pouvant être utilisé de manière indépendante, dans notre contexte, le « module vidéo » est intégré à un outil de création de *contenus pédagogiques*. L'enseignant peut ajouter des *marques temporelle* ou des *zones cliquables* (servant de liens entre éléments structurels du *contenu pédagogique*) à partir d'un écran qui a été rajouté à cet effet dans l'outil principal pour accéder à ces données.

Du point de vue technique, deux améliorations peuvent être apportées dans l'éditeur de création de *zones cliquables*. Les vidéos pourraient intégrer le découpage temporel pour permettre le blocage de l'algorithme de segmentation spatiale à chaque fin de plans de séquence (l'objet à segmenter n'est pas dans le nouveau plan ou pas au même endroit). Il serait intéressant de rajouter dans l'interface des moyens simples permettant à l'utilisateur de stopper et corriger les défauts engendrés par l'algorithme. En effet, la segmentation d'images est un problème difficile et peu d'algorithmes sont fiables pour tout type de vidéos.

Bibliographie

- [AUVRAY 2000] AUVRAY P., COLLET J., FOURNIER N., DEVOLDERE N., MAUPEU L. et PLU M., Les services d'aide à la création, la recherche, la mise en commun et la gestion des contenus, spécifications détaillées du service « EDU-CONCEPTEUR ». rapport technique de France Télécom R&D, juin, 2001.
- [CARRIVE 2000] CARRIVE J., PACHET F. et RONFARD R., *Clavis : « a temporal reasoning system for classification of audiovisual sequences »*. *Actes de la conférence RIAO'2000*, Centre des hautes études internationales d'Informatique Documentaire, Paris, 2000, p 1400-1415
- [DEUFF et al. 2002] DEUFF D., MAZIERE M., CHANCLOU I., MAURIZOT M. et NICOLAS H., « Building interactive videos : a simple authoring tool for teachers », *Actes de la multiconférence SCT'2002*, volume 14, juillet 2002, p 71--75
- [FOUCAULT 2002] FOUCAULT B., Bilan des retours d'usages du service NetThéâtre au lycée. Rapport de France Télécom R&D. avril, 2002
- [HUET et al. 2001] HUET B. et YAHIAOUI I. et Merialdo B., « Multi-episodes video summaries » *Actes du colloque International Conference on Media Future*, 2001, p 231-234

- [KASS et al 1987] KASS M. et WITKIN A. et TERZOPOULOS D., « Snakes : active contour models ». Dans *International Journal of computer vision*, volume 1, 1987, p321-331.
- [LE GOFF 2001] LE GOFF G., Étude et maquettage du service « NetThéâtre ». Université François Rabelais de Tours - Antennes de Blois, Stage de fin d'étude réalisé à France Télécom R&D. septembre, 2001
- [MANTSOS 2000] MANTSOS D., Les services d'aide à la création, la recherche, la mise en commun et la gestion de contenus. rapport technique de France Télécom R&D, juin, 2000
- [MAZIERE 2001] MAZIERE M, Vers une méthodologie pour la recherche d'information et la navigation par le contenu dans les vidéos. Thèse de doctorat de l'Université de Rennes 1, 2001
- [MPEG-4 1998] ISO/IEC 14496-1 ; Information technology - coding of audio-visual objects ; part1 : systems. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N2501, décembre 1998
- [PASQUIER 2000] PASQUIER F., *La vidéo numérique : techniques, usages pédagogiques et enjeux*. Communication et civilisation. Harmattan, Paris, 2000
- [YHARRASSARRY 1999] YHARRASSARRY R. et BERTOLUS C., Guide de recommandations pour la conception d'installateurs, Rapport technique de France Télécom R&D, Projet Look&Feel, septembre 2000
- [YHARRASSARRY 2000] YHARRASSARRY R. et BERTOLUS C., Les installateurs, état des lieux et fondements théoriques, Rapport technique de France Télécom R&D, Projet Look&Feel, février 2000

Références sur le WEB.

- [BPS] La Banque de Programme et de Services (BPS), France5, site accessible en octobre 2002 <http://bps.france5.fr>
- [EDUCNET] *Ressources Vidéos*, Ministère de la Jeunesse, de l'Education nationale et de la Recherche, Direction de la technologie, site accessible en octobre 2002 <http://www.educnet.education.fr/res/audio.htm>
- [LAVERGNE ET SPELLER 2001] LAVERGNE P. et SPELLER A., *La vidéo en classe*, article accessible en octobre 2002 sur le site http://www.ac-creteil.fr/Avi/s/_equiper/video.htm, 2001
- [SAP] *SAP Wizard Style Guide*, SAP design guild, document disponible, en janvier 2003, sur le site http://www.sapdesignguild.org/resources/wizard/_html/index.htm