



HAL
open science

Les tropismes du numérique

Stéphane Crozat

► **To cite this version:**

Stéphane Crozat. Les tropismes du numérique. H2PTM'15 : le numérique à l'ère d'Internet des objets, de l'hypertexte à l'hyper-objet, Oct 2015, Paris, France. pp.313-328. hal-03524650

HAL Id: hal-03524650

<https://hal.science/hal-03524650v1>

Submitted on 13 Jan 2022

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.

Les tropismes du numérique

Stéphane Crozat

*EA 2223 Costech
Sorbonne universités
Université de Technologie de Compiègne
CS 60 319 - 60 203 Compiègne Cedex, France*

*Unité ICS
Sorbonne universités
Université de Technologie de Compiègne
CS 60 319 - 60 203 Compiègne Cedex, France
stephane.crozat@utc.fr*

RÉSUMÉ. L'objectif de l'article est de présenter six tropismes du numérique qui constituent une formalisation qui aide à penser et caractériser le numérique : l'abstraction, l'adressage, la connexion, la duplication, la transformation et l'universalité. Ces tropismes sont définis à partir de l'observation que le numérique répond à une logique de mécanisation de l'activité intellectuelle, et que ces activités sont transformées par cette mécanisation, et la manipulation des contenus qu'elle implique. Cette formalisation est dotée d'une valeur heuristique, elle aide à comprendre et appréhender les objets numériques. Elle est à ce jour mobilisée pour former théoriquement au numérique, en contexte universitaire et professionnel, et pour analyser des systèmes et pratiques.

ABSTRACT. The article aims at presenting six tropisms which help in understanding and describing digital objects : abstraction, addressing, connection, duplication, transformation and universality. These tropisms are established from a conceptualization of the mutations introduced by computers and mechanized manipulations in intellectual activities. This formalization has heuristic properties, helping in apprehending digital objects. We use it to train theoretically college students and professional workers to digital properties, and to analyse digital systems and their uses.

MOTS-CLÉS : Digital ; Modèle ; Heuristique ; Formation ; Analyse

KEYWORDS: Digital ; Model ; Heuristic ; Training ; Analyse

1. Introduction

Cet article fait suite à des publications antérieures qui introduisaient le principe des tropismes du numérique dans le contexte de l'écriture numérique (Crozat et al., 2012). (références de l'auteur anonymisées faisant suite aux instructions éditoriales). Il en constitue à la fois une généralisation, au delà du contexte de l'écriture, et une actualisation, suite à trois ans de poursuite de nos travaux.

L'objectif est de présenter six concepts clés - les tropismes du numérique - qui aident à penser et caractériser le numérique. Il s'agit de l'*abstraction*, l'*adressage*, la *connexion*, la *duplication*, la *transformation* et l'*universalité*. Ces tropismes sont définis à partir de l'observation que le numérique répond à une logique de mécanisation de l'activité intellectuelle, et que ces activités sont *transformées* par cette mécanisation. Enseigner, lire, chercher, écrire à l'ère du numérique implique d'appréhender en quoi le numérique modifie le monde dans lequel nous évoluons. La grille de lecture constituée par les tropismes permet de contribuer à cette appréhension.

1. Problématique

1.1 La possibilité de mécaniser le travail intellectuel

Le travail intellectuel n'est pas constitué que d'actes de pensée créatifs, il est également caractérisé par des actes de pensée répétitifs, tels que la manipulation des textes : les chercher, les comparer, suivre les références, les archiver... L'idée de Bush (1945) est que ces actes de pensée répétitifs (ou répétables) sont mécanisables : «*For the [repetitive thought] there are, and may be, powerful mechanical aids. (Bush, 1945)*». Il imagine ainsi le Memex, une bibliothèque mécanisée permettant à son utilisateur de manipuler les textes, les lire, les annoter, les lier (Dall'Armellina, 2009). En cela elle est un instrument de mécanisation du travail intellectuel. La lecture ne se borne pas à la lecture (l'interprétation du texte), l'écriture ne se limite pas à l'écriture (l'inscription de texte) ; dans les deux cas, il est nécessaire d'effectuer des manipulations pour rendre ces textes disponibles à la lecture et à l'écriture. Ouvrir un livre ou prendre un stylo sont des actes devenus suffisamment triviaux pour qu'ils paraissent transparents aujourd'hui. Mais lorsqu'il s'agit de manipuler des milliers de textes, de produire autant d'annotations, l'effort intellectuel passé à la manipulation des textes supplante de beaucoup celui nécessaire à la lecture ou l'écriture proprement dite.

« *In fact, every time one combines and records facts in accordance with established logical processes, the creative aspect of thinking is concerned only with the selection of the data and the process to be employed and the manipulation thereafter is repetitive in nature and hence a fit matter to be relegated to the machine. (Ibid.)*».

Il y a donc une mécanisation possible de l'activité intellectuelle, dans le fait d'assister l'ensemble des tâches qui précèdent et prolongent les actes purement interprétatifs et créatifs.

Le principe de la mécanisation du raisonnement avait été essentiellement exploré jusque là dans le domaine des mathématiques par le concept de machine à calculer. La contribution principale de Bush consiste à donner forme à l'idée de la mécanisation d'actes de lecture et d'écriture : «*The repetitive processes of thought are not confined however, to matters of arithmetic and statistics. (Ibid.)* ». Il anticipe pour cela la polyvalence que les machines à venir développeront grâce aux progrès techniques et industriels déjà en marche : «*[The advanced arithmetical machines of the future] will be far more versatile than present commercial machines, so that they may readily be adapted for a wide variety of operations. (Ibid.)* ».

Nelson (1982) parlera plus tard de *Literary Machines* pour désigner les programmes qu'il participe à inventer et qui permettent la manipulation effective de textes numérisés : enregistrer, lier, copier, citer, archiver, chercher... On pourra observer qu'il s'agit là d'une mécanisation des moyens de pensée, et non de la pensée elle-même. La question de savoir si la pensée humaine est totalement mécanisable, ou si les machines peuvent penser - questions centrales du mouvement de l'intelligence artificielle débuté dans les années 50 - n'est pas notre propos ici. Il nous suffit d'une part de constater avec Bush qu'*une partie au moins de l'activité de penser est mécanisable*, et d'autre part de poser avec Goody (1977) *que la pensée ne saurait être indépendante des moyens de pensée*, pour étudier les implications de la mécanisation des moyens de penser sur la pensée.

La place universellement prise par l'ordinateur dans nos activités intellectuelles montre que c'est bien notre pensée elle-même qui est concernée par cette mécanisation. Quel acte de lecture, d'écriture n'est pas aujourd'hui précédé, prolongé, intégré à un traitement effectué par une machine ?

1.2 La numérisation des contenus

La vision de Bush s'articule avec le travail de Gödel. En 1931 afin de démontrer son théorème d'incomplétude, celui-ci a posé un système permettant de coder sous forme de nombre n'importe quel énoncé. Or la mise en nombre d'énoncés textuels permet de généraliser les principes de la mécanisation par le calcul : «*Il s'agit dès lors d'une mécanisation des expressions significatives. (Bachimont, 2007, p26)*». Les besoins de Gödel orientent l'usage de son système de codage au domaine des mathématiques, mais il numérise déjà des énoncés qui n'ont plus la signification de nombres ; le procédé est applicable à n'importe quel contenu. C'est en ce sens un exemple de numérisation systématique d'un texte.

4 Nom de l'ouvrage

Tout code peut être traité mécaniquement et tout énoncé est codable, donc les moyens et produits du travail intellectuel sont mécanisables : le numérique est homogène, «*de mêmes principes s'appliquent à tous les objets numériques (Bachimont, 2004)*», et le numérique est universel, «*tout contenu et toute connaissance peuvent recevoir une expression numérique (Ibid.)*».

Le numérique et l'ordinateur constituent un procédé technique général qui permet la mécanisation de tout travail intellectuel. Cela ne signifie pas que ces traitements sont équivalents à la pensée, ni que penser se réduit à ces traitements. Mais, en revanche, cela signifie que *nos actes de pensée s'inscrivent dans cet environnement mécanisé et s'en trouvent profondément affectés*.

1.3 « Ça a été manipulé » : la manipulation comme origine du contenu numérique

Bachimont (2007) propose de caractériser le noème du numérique, c'est-à-dire ce qu'il faut comprendre et penser à propos du numérique, comme : « *Ça a été manipulé* ». Interpréter la manifestation sémiotique d'un contenu numérique, c'est avant tout prendre conscience : qu'il s'agit d'une manifestation d'un codage numérique qui n'est pas accessible directement (l'enregistrement sur la mémoire numérique) ; et que cette manifestation est le résultat d'un ensemble de manipulations, qui ont permis sa création grâce à des périphériques d'écriture (clavier, souris...), son stockage sur une mémoire numérique (magnétique, optique...) et enfin sa restitution sur un périphérique de lecture (écran, imprimante...). Le terme de contenu renvoie ici à la notion d'information inscrite sur un support matériel. Le support permet de fixer le contenu selon un format, tout en conditionnant matériellement ce formatage. Un contenu numérique est donc un fragment d'inscription sur un support numérique (Bachimont, 2008).

Par exemple, lire un mail, c'est lire un contenu numérique qui a été abondamment manipulée :

- Des caractères ont été encodés via un clavier sous une forme binaire respectant un certain format (ASCII, Unicode...).
- Ces séquences binaires (que nous appellerons S) ont été stockées dans la mémoire de l'ordinateur qui sert à écrire le mail (appelons le *Sender*).
- S a été augmenté d'autres séquences binaires, telles que les métadonnées relatives au mail : expéditeur, destinataire, date d'envoi...
- L'ordinateur *Sender* a ensuite transmis S à un autre ordinateur chargé de gérer l'envoi de ses mails (appelons le *Server1*) ; pour réaliser cet envoi S a dû respecter un protocole de communication, et être associée à de nouvelles informations numériques (l'adresse permettant de localiser *Server1* par exemple).
- L'ordinateur *Server1* a alors transmis S à un nouvel ordinateur (appelons le *Server2*) associé au destinataire.

- L'ordinateur du destinataire (appelons le *Recipient*) a ensuite communiqué avec *Server2* pour avoir connaissance de l'existence du mail, puis en obtenir une copie de S
- *Recipient* a stocké S dans sa mémoire, puis l'a transformé pour illuminer des pixels sur un écran qui ont permis sa lecture.

1.4 Et ça le sera à nouveau : la manipulation comme devenir du contenu numérique

Je propose de prolonger le "ça a été" par un "ça sera". En effet, tout contenu numérique est plongé dans une dynamique manipulatoire, c'est toujours quelque chose de reconstruit à chaque accès, à chaque utilisation.

Si nous avons vu le processus de manipulation à l'œuvre dans le simple échange d'un mail, il faut par ailleurs garder à l'esprit que ce processus n'est pas achevé, en fait il ne le sera jamais vraiment. Lorsque je "ferme" le mail, je commande une manipulation qui fait disparaître le mail de mon écran. Lorsque je l'ouvre à nouveau, pour le relire, je commande une nouvelle manipulation, puis bien entendu lorsque je voudrai y répondre, le transférer, l'imprimer, le supprimer, le restaurer... chacune de mes opérations, y compris celles qui paraissent les plus triviales et "directes" (c'est-à-dire qui ne semblent pas mobiliser de calcul, comme faire défiler le texte ou le surligner avec la souris) réinscrit le contenu numérique dans la dynamique calculatoire.

En cela il importe non seulement d'interpréter le contenu numérique comme le résultat d'un processus passé, mais également comme l'état intermédiaire d'un processus en cours de construction, de déconstruction et de reconstruction, comme un devenir, comme un ensemble de manipulations en puissance, à venir.

C'est ce devenir manipulatoire du contenu numérique que je propose d'énoncer par le "ça sera".

2 Proposition

2.1 Notion de tropisme

Les objets numériques - construits dans tel ou tel contexte, pour remplir tel ou tel objectif - sont singuliers, façonnés par le milieu dans lequel ils naissent et évoluent. Mais ces objets incorporent des fonctions que l'on retrouve de façon quasi-systématique : l'interaction avec l'utilisateur, la paramétrabilité de la présentation, la pluralité des formes sémiotiques, la diffusion à autrui, la multiplication des copies, la conservation d'archives... Le concept de tendance technique, théorisée par Leroi-Gourhan (1945), permet de penser la dynamique physique qui s'impose aux objets techniques et leur confère des caractéristiques

universelles. Nous proposons de caractériser cette tendance sous la forme de six tropismes : l'adressage, l'abstraction, la connexion, la duplication, la transformation, l'universalité.

Le tropisme se définit en biologie comme une réaction d'orientation d'un organisme en fonction des stimulus diffusés par son milieu. Nous proposons de transposer ce terme pour caractériser les forces qui orientent naturellement les fonctions des objets numériques. Le terme "naturellement" est ici à comprendre au double sens de :

- de *par nature*, à partir de ce qu'est le numérique, c'est-à-dire un processus de manipulation mécanique d'éléments d'information discrétisée ;
- et de *par défaut*, si l'on laisse les choses se développer sans les contraindre spécifiquement par ailleurs.

Notre approche n'est pas essentialiste ou déterministe, au sens où elle réduirait l'objet technique à sa nature, où celui-ci serait complètement déterminé par celle-ci. Nous pensons en revanche qu'il y a bien une essence propre à l'objet technique, déterminée par ses propriétés physiques et sa relation à son milieu associé, et qu'il n'est pas possible de bien penser l'objet technique sans s'interroger aussi sur cette nature.

« La plus forte cause d'aliénation dans le monde contemporain réside dans cette méconnaissance de la machine, qui n'est pas une aliénation causée par la machine, mais par la non connaissance de sa nature et de son essence, par son absence du monde des significations, et par son omission dans la table des valeurs et concepts faisant partie de la culture. (Simondon, 1958.) »

Nous pensons aussi qu'il y a une autonomie de la technique : l'objet technique n'est plus défini comme un ustensile esclave de humain, mais comme un individu technique (*Ibid.*). L'objet n'est pas construit selon un schéma défini *a priori* par un concepteur, il se constitue au sein d'un milieu, dans lequel les humains qui construisent et qui utilisent, les éléments naturels, les autres machines forment un réseau d'interactions. L'étude de ces individus techniques que sont les objets numériques, les logiciels d'écriture ou de lecture par exemple, nécessite de penser cette autonomie. L'idée pour cela est alors d'intégrer à notre processus d'interprétation des phénomènes numériques la conscience de concepts qui permettent de cerner cette autonomie, pour se doter d'un appareil critique qui la prenne en compte.

2.2 Abstraction : ça a été codé et ce sera recodé

Tout contenu numérique a été codé selon un modèle donné, et sera codé à nouveau, selon d'autres modèles, au sein de chaque système qui l'exploitera. Toute numérisation est une représentation de la réalité sous la forme d'une modélisation numérique. Cette modélisation procède d'une abstraction au sens où c'est une séparation d'avec le réel, au sens où c'est une construction destinée à la

manipulation (algorithmique en l'occurrence) et au sens où c'est une simplification de la réalité.

Fonctions principales :

- **Polymorphisme** : Le numérique permet de calculer plusieurs formes de présentation à partir de ressources identiques.
- **Contrôle** : Le numérique permet de guider la création des contenus et de contrôler le respect de règles fixées *a priori*.
- **Scénarisation** : Le numérique permet de fragmenter le contenu en unités pour les organiser de façon à prescrire un parcours de consultation.
- **Représentation** : Le numérique permet de donner à voir les informations sous une forme graphique.
- **Spécialisation** : Le numérique permet de créer des modèles propres à chaque classe de problème ou de besoin rencontré.
- **Paramétrisation** : Le numérique permet de créer des contenus déclinables selon des paramètres fixés *a priori*.

2.3 Adressage : ça a été trouvé et ça sera retrouvé

Tout contenu numérique dispose d'une adresse qui a été utilisée pour identifier et trouver ce contenu, et qui permettra de le retrouver à nouveau ultérieurement. Les entités numériques sont indépendantes et distinguables de manière univoque, il est toujours possible de leur attribuer une adresse unique, c'est-à-dire un moyen de les désigner spécifiquement. Cette adresse ouvre la possibilité d'accéder directement à n'importe quel morceau de contenu.

Fonctions principales :

- **Hypertextualisation** : Le numérique permet de représenter le contenu comme les nœuds d'un graphe reliés par des références explicites.
- **Transclusion** : Le numérique permet d'intégrer des parties de contenus tiers à l'intérieur d'un contenu pour les afficher comme si elles en faisaient partie intégrante.
- **Recherche** : Le numérique permet de faire une recherche dans le contenu et ses métadonnées.

2.4 Connexion : ça a été transmis et ce sera retransmis

Tout code numérique s'inscrit dans une logique de transmission. Sur les ordinateurs connectés celui-ci est souvent transmis au fur et à mesure de sa production ; dans tous les cas cela se produit régulièrement au cours de son cycle de vie, via un réseau ou un support de stockage externe. Tout code numérique est

transportable sur n'importe quel support, via n'importe quel réseau ; les machines numériques sont par construction connectables, au sens où ce qu'elles manipulent est communicable. L'inscription des ordinateurs au sein du réseau global Internet conduit à transmettre et retransmettre en permanence les informations dont chacun dispose.

Fonctions principales :

- **Publication** : Le numérique permet de rendre un contenu disponible à la lecture pour le monde entier.
- **Instantanéité** : Le numérique permet à plusieurs personnes d'accéder et de modifier un même objet en même temps.
- **Asynchronisme** : Le numérique permet à plusieurs personnes de travailler successivement sur un même objet, afin de le construire à plusieurs.
- **Massification** : Le numérique permet d'étendre considérablement le volume et la portée de tout système numérique, jusqu'à un niveau global.

2.5 Duplication : ça a été copié et ce sera recopié

Tout contenu numérique a été dupliqué, au sein des différents composants de l'ordinateur, ainsi qu'au sein du réseau dans lequel il s'inscrit, et sera à nouveau dupliqué, lors de la plupart de ses utilisations ; utiliser une information numérique, c'est d'abord en faire une copie. Par exemple l'enregistrement d'un document sur un disque dur consiste à copier ce qui est en mémoire vive (et non en fait à le déplacer) ; l'envoi d'un message via le réseau consiste à le dupliquer de serveurs en serveurs, à la manière du télégraphe plutôt que du courrier postal (qui transporte effectivement un message qui n'est présent qu'à un seul endroit en même temps).

Fonctions principales :

- **Historisation** : Le numérique permet la mémoire des évolutions d'un contenu par conservation de ses états.
- **Ubiquité** : Le numérique permet à un même contenu d'être logiquement présent à plusieurs endroits en même temps.
- **Dérivation** : Le numérique permet d'élaborer un nouveau contenu à partir de la copie d'un contenu précédemment existant.
- **Cache** : Le numérique permet de créer des copies d'un contenu afin d'en simplifier l'accès ultérieur par une machine ou un humain.

2.6 Transformation : ça a été changé et ce sera rechangé

Tout contenu numérique a toujours déjà été transformé lorsqu'on y accède, et sera transformé à nouveau à chaque manipulation que nous en ferons.

L'information mémorisée sur un support numérique est codée sous la forme de séquences binaires. Le principe de toute application informatique consiste à transformer cette information, via des algorithmes exécutés par la machine, afin de stocker cette information, la restituer, la traiter en réponse aux demandes de l'utilisateur. Le fonctionnement intrinsèque du numérique impose la transformation systématique de l'information.

Fonctions principales :

- **Itération** : Le numérique permet de faire évoluer progressivement le contenu par étapes successives.
- **Interactivité** : Le numérique permet de programmer des interactions entre l'utilisateur et la machine.
- **Génération** : L'écriture numérique propose de créer des contenus automatiquement à partir de contenus préalablement existants ou non.
- **Adaptation** : Le numérique permet d'agir sur un contenu existant en vue de l'adapter à un usage.
- **Autonomie** : Le numérique permet à un contenu numérique de se modifier lui-même en fonction d'informations collectées en dehors du système.

2.7 Universalité : ça a été intégré et ce sera réintégré

Tout contenu numérique a été intégré dans un ensemble numérique, et sera intégré à nouveau aux ensembles numériques qui le nécessiteront ; toute information est possiblement intégrable, et à terme sera intégrée. La représentation numérique n'ayant aucun sens *a priori*, toute information peut être encodée, moyennant un format adapté, qu'il est toujours possible d'établir. Le support numérique est alors un média universel permettant d'incorporer toute information après qu'elle a été représentée sous la forme de chiffres.

Fonctions principales :

- **Multimédia** : Le numérique permet de composer un contenu à partir de plusieurs formes sémiotiques différentes (texte, image, son, vidéo).
- **Métadonnées** : Le numérique permet de d'ajouter des métadonnées au contenu.
- **Glose** : Le numérique permet d'intégrer le paratexte et le texte.
- **Accessibilité** : Le numérique permet d'intégrer et de configurer plusieurs formats alternatifs pour un même contenu afin de rester accessible quel que soit le contexte de lecture.
- **Interopérabilité** : Le numérique permet aux programmes d'échanger des données afin de partager leurs fonctions.

3. Application

3.1 Former au numérique avec les tropismes

À l'UTC le cours « Étude des écritures numériques ordinaires » intègre une présentation des tropismes, puis une expérimentation par les étudiants à travers des exercices. Un exercice consiste à produire un texte en groupe sur un logiciel d'écriture synchrone comme Framapad (<http://framapad.org>) en vingt minutes, puis à décrypter la pratique à l'aide des fonctions (instantanéité) et tropismes (connexion). Un autre exercice consiste à étudier la traçabilité (historisation, cache, génération...) à travers l'étude d'exemples sur le Web de traces volontaires (écrits) et de traces involontaires (automatiques). Les étudiants doivent également dans le cadre d'un projet identifier les tropismes impliqués dans les outils d'écriture qu'ils utilisent.

La formalisation des tropismes est également mobilisée dans le cadre d'une formation en contexte professionnel à l'IFCAM (institut de formation du Crédit Agricole). L'enjeu de cette formation (en cours de conception) est d'intégrer les concepts clés du numérique dans le cadre de l'évolution des pratiques professionnelles à l'ère du numérique. L'objectif est « Prendre conscience des impacts de l'usage du numérique dans ses pratiques professionnelles quotidiennes » et la méthode utilisée repose notamment sur le fait de « faire retrouver aux apprenants les caractéristiques ("tropismes") du numérique par l'expérimentation ».

3.2 Expérimenter les tropismes

Nous avons également conçu plusieurs prototypes de chaînes éditoriales ayant fonction de démonstrateurs des tropismes (Crozat, 2014). La chaîne « Abstraction » peut être un point d'entrée dans une série d'exercices avec ces outils, dans la mesure où elle permet également de découvrir rapidement le principe d'une chaîne éditoriale et de se familiariser avec la manipulation de l'environnement d'écriture Scenari (<http://scenari-platform.org>) utilisé pour implémenter ces chaînes. La chaîne « Abstraction » permet d'écrire un texte selon quatre modèles possibles : le premier est très libre et très graphique, il reproduit un traitement de texte WYSIWYG classique ; le deuxième est un modèle assez générique de procédure ; les deux derniers sont très spécifiques, l'un dédié aux recettes de cuisine, le dernier aux protocoles en sciences expérimentales (Figure 1). Le scénario pédagogique imaginé est basé sur la saisie selon ces quatre modèles d'une recette de cuisine (Figure 2). L'enjeu est de faire prendre conscience de l'abstraction propre au numérique en rendant saillant le modèle sous-jacent de chaque environnement d'écriture (alors que celui-ci est généralement implicite).

The image displays a software interface for creating a pedagogical chain, showing four levels of abstraction for a recipe titled 'Baba au rhum'. Each level is shown in a separate window, with the 'Protocole expérimental' window being the most detailed.

- Recette (Abstraction 0.0 (0.0.0))**:
 - Prérequis**:
 - <Durée de préparation>: 20 min
 - <Durée de cuisson>: 25 minutes
 - <Difficulté>: Facile
 - <Ingrédients>:
 - 50 g de beurre
 - 150 g de sucre en poudre
 - 1 sachet de levure chimique
 - 3 cuillères à soupe de lait
 - 1 sachet de sucre de canne
 - 3 œufs
 - 1/4 litre d'eau
 - 1/4 litre de sirop de sucre de canne
 - 10 cl de rhum
 - <Matériel>: Fouet, Moule en couronne
 - Recette**:
 - Étape: Faire préchauffer le four thermostat 6 (180°)
 - Étape: Travailler au fouet les jaunes d'œufs avec l'œuf
 - Étape: Ajouter le lait chaud, le beurre fondu, la farine et la levure, battre les blancs en neige ferme.
 - Étape: Mélanger les délicatement à la pâte.
 - Étape: Verser la pâte dans un moule en couronne
 - Étape: Enfourner et laisser cuire 25 min puis démouler
 - Étape: Faire chauffer le sirop chaud avec l'eau, le sucre et la levure, battre les blancs en neige ferme.
 - Étape: Faire chauffer le sirop chaud avec l'eau, le sucre et la levure, battre les blancs en neige ferme.
- Procédure (Abstraction 0.0 (0.0.0))**:
 - Prérequis**:
 - <Durée de préparation>: 20 minutes
 - <Durée de cuisson>: 25 minutes
 - <Difficulté>: Facile
 - <Ingrédients>:
 - 50 g de beurre
 - 150 g de sucre en poudre
 - 1 sachet de levure chimique
 - 3 cuillères à soupe de lait
 - 1 sachet de sucre de canne
 - 3 œufs
 - 1/4 litre d'eau
 - 1/4 litre de sirop de sucre de canne
 - 10 cl de rhum
 - <Matériel>: Fouet, Moule en couronne
 - Procédure**:
 - Étape: Faire préchauffer le four thermostat 6 (180°)
 - Étape: Travailler au fouet les jaunes d'œufs avec l'œuf
 - Étape: Ajouter le lait chaud, le beurre fondu, la farine et la levure, battre les blancs en neige ferme.
 - Étape: Mélanger les délicatement à la pâte.
 - Étape: Verser la pâte dans un moule en couronne
 - Étape: Enfourner et laisser cuire 25 min puis démouler
 - Étape: Faire chauffer le sirop chaud avec l'eau, le sucre et la levure, battre les blancs en neige ferme.
- Protocole de cuisine (Abstraction 0.0 (0.0.0))**:
 - Indice**: Baba au rhum
 - Durée préparation (minutes)**: 20 minutes
 - Durée cuisson (minutes)**: 25 minutes
 - Difficulté**: Facile
 - Ingrédients**:
 - 50 g de beurre
 - 150 g de sucre en poudre
 - 1 sachet de levure chimique
 - 3 cuillères à soupe de lait
 - 1 sachet de sucre de canne
 - 3 œufs
 - 1/4 litre d'eau
 - 1/4 litre de sirop de sucre de canne
 - 10 cl de rhum
 - Ustensiles**:
 - Fouet
 - ustensile
 - Moule en couronne
 - Protocole de cuisine**:
 - Étape: Faire préchauffer le four thermostat 6 (180°)
 - Étape: Travailler au fouet les jaunes d'œufs avec l'œuf
 - Étape: Ajouter le lait chaud, le beurre fondu, la farine et la levure, battre les blancs en neige ferme.
- Protocole expérimental (Abstraction 0.0 (0.0.0))**:
 - Titre**: Baba au rhum
 - Durée de l'expérience**: 20 minutes de préparation et 25 minutes de cuisson
 - Objectifs de l'expérience**:
 - <Difficulté>: Facile
 - <Ingrédients>:
 - 50 g de beurre
 - 150 g de sucre en poudre
 - 1 sachet de levure chimique
 - 3 cuillères à soupe de lait
 - 1 sachet de sucre de canne
 - 3 œufs
 - 1/4 litre d'eau
 - 1/4 litre de sirop de sucre de canne
 - 10 cl de rhum
 - Matériels nécessaires**:
 - Fouet, Moule en couronne
 - Étape de l'expérience**:
 - Actions à faire:
 - Faire préchauffer le four thermostat 6 (180°C).
 - Observations attendues:
 - Travailler au fouet les jaunes d'œufs avec le sucre jusqu'à ce que le mélange blanchisse.
 - Étape de l'expérience**:
 - Actions à faire:
 - Ajouter le lait chaud, le beurre fondu, la farine et la levure. Battre les blancs en neige ferme.
 - Observations attendues:
 - Mélanger les délicatement à la pâte.

Figure 1. Exemple de chaîne éditoriale pédagogique « Abstraction »

<p><u>1. Créer une « Page riche » et reproduire la recette du fichier baba.pdf</u> Observations attendues : On arrive à quelque chose de proche, mais pas exact ; le logiciel d'écriture permet un certain champ du possible</p> <p><u>2. Créer une « Procédure » et refaire la recette</u> Observations attendues : Il faut s'appropriier un langage métier (celui de la procédure) mais on simplifie le langage graphique ; le modèle plus typé pose des problèmes d'ajustement</p> <p><u>3. Créer une « Recette » et refaire la recette</u> Observations attendues : un modèle métier très adapté permet de simplifier le travail (langage métier ajusté, plus de langage graphique à connaître) ; de contrôler le résultat (moins d'erreur) ; perte de liberté graphique</p> <p><u>4. Créer un « Protocole » et refaire la recette</u> Observations attendues : ce modèle métier est peu adapté (c'est une procédure, mais pas une recette) ; il est donc difficile à utiliser ; des contournements sont nécessaires (durée) ; des erreurs sont retournées (« croix rouges ») ; la publication présente des défauts</p> <p><u>Conclusions recherchées :</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Il y a toujours un modèle dans un logiciel d'écriture, on ne peut pas tout faire (tropisme Abstraction)- Un modèle peut être plus graphique ou plus métier, il peut être plus ou moins adapté au contexte (fonctions Spécialisation)- Le modèle sous-jacent demande une appropriation, un modèle métier bien adapté optimise l'écriture et la restreint (fonction Contrôle)

Figure 2. Exemple de scénario pédagogique « Abstraction »

Cette même chaîne permet également la publication selon quatre formats (web, mobile, papier et diaporama) afin de travailler « Abstraction / Polymorphisme », dans un second exercice. D'autres chaînes permettent de travailler d'autres tropismes et fonctions. Par exemple l'une d'elles porte sur « Abstraction / Scénarisation » et « Adressage / Hypertextualisation » (Figure 3). Elle consiste à scénariser plusieurs parcours au sein d'un jeu de pages décrivant les astres du système solaire, afin d'expérimenter de multiples formes d'organisation (linéaire, multilinéaire, arborescente, réticulaire, aléatoire, combinatoire, par requête) et plusieurs formes de lien (navigation, incise, augmentation). Une autre encore porte sur « Adressage / Transclusion » et « Transformation / Interactivité » en proposant de réarranger des fragments d'un support pédagogique comportant des parties de cours expositif et des quiz (Figure 4). Une autre chaîne est envisagée pour « Universalité / Multimédia » en se basant sur une version simplifiée du modèle libre Webmédia de Scenari (<http://scenari-platform.org/webmedia>). Notre ambition est d'être capable d'illustrer chaque tropisme avec au moins une chaîne pédagogique et un scénario associé.

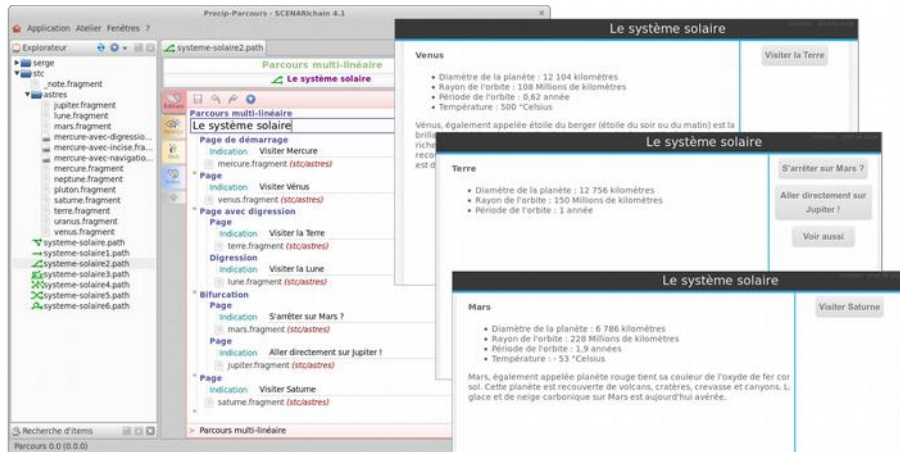


Figure 3. Exemple de chaîne éditoriale pédagogique « Scénarisation » et « Hypertextualisation » (édition à gauche, publication à droite)

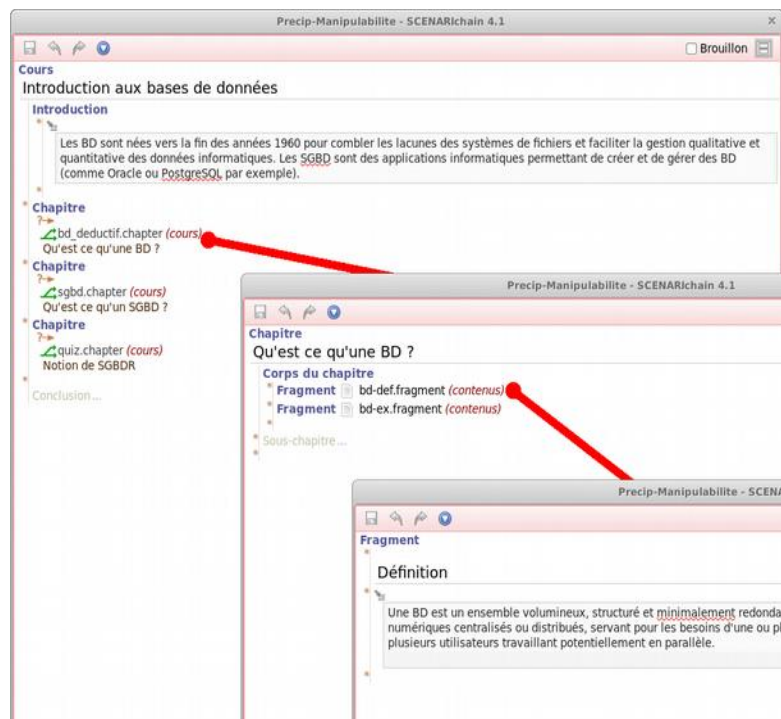


Figure 4. Exemple de chaîne éditoriale pédagogique « Transclusion » et « Interactivité »

3.3 Analyser les systèmes avec les tropismes

Nous mobilisons également les tropismes afin d'analyser des systèmes et pratiques numériques (Crozat, 2015). Par exemple nous pouvons montrer en quoi les systèmes d'écriture WYSIWYG sont insuffisants pour répondre aux besoins posés par l'écriture numérique, et en quoi le WYSIWYM (*What You See Is What You Mean*) est plus adapté.

– Le WYSIWYG, enfermé dans la promesse d'une forme fidèlement restituée, est antinomique avec le *polymorphisme*. Le WYSIWYM, au contraire, en ayant dégagé l'écriture de sa forme de restitution finale permet d'écrire pour plusieurs supports à la fois.

– L'*interactivité* nécessite une programmation qui fondamentalement ne relève plus du graphique, elle ne peut être seulement vue, elle doit être exécutée. Il est alors nécessaire d'intégrer cette dimension computationnelle.

– La *paramétrisation* implique par définition que le contenu affiché dans le logiciel n'est pas ce qui sera vu par le lecteur, puisque cette visualisation dépend justement de paramètres. Les descripteurs du WYSIWYM ont souvent une fonction graphique, mais ils peuvent également être interprétés par le programme de lecture pour gérer par exemple un affichage sélectif en fonction de l'usage visé.

– Les logiciels WYSIWYG ont cherché à reproduire la liberté dont dispose un auteur avec une page blanche et un stylo ou une machine à écrire. Cette hypothèse suppose que l'auteur est libre dans le format de son écriture. Or, dans de nombreux écrits, comme les écrits professionnels, ce n'est pas la liberté ou la compétence graphique de l'auteur qui est recherchée, mais plutôt une standardisation et une optimisation des productions permettant le *contrôle* de l'écriture.

4. Conclusion et perspectives

Les tropismes proposés, leurs définitions et caractérisations, ne doivent pas être vus comme des vérités établies, mais plutôt comme des heuristiques, c'est-à-dire des formulations provisoires, incertaines, discutables, mais dont la vertu est d'aider à découvrir et à comprendre. Ainsi les tropismes et les fonctions qui les caractérisent pourront naître et mourir, leurs définitions évoluer, au gré des usages qui en seront faits, des observations qu'ils permettront de construire, des commentaires qu'ils susciteront. Il faut donc les considérer à la fois comme une image à un instant donné, un point de vue, et un outil d'échange.

Nos projets actuels nous conduisent à accompagner l'intégration des tropismes dans des formations d'entreprise et vers la réalisation d'outils d'écriture dédiés à leur appréhension par l'expérience.

Remerciements

Je remercie Serge Bouchardon, Isabelle Cailleau et les autres acteurs du projet PRECIP (<http://precip.fr>) qui m'ont aidé à l'élaboration des tropismes, les membres du groupe de recherche EPIN du laboratoire Costech pour leurs commentaires, ainsi que Sylvain Spinelli et Bruno Bachimont pour nos échanges et leurs contributions. Je remercie également l'IFCAM pour leur confiance et pour m'avoir autorisé à mentionner nos travaux en cours.

Bibliographie

- Bachimont, Bruno. 2004. "Arts et Sciences Du Numérique : Ingénierie Des Connaissances et Critique de La Raison Computationnelle." Mémoire de HDR, Université de Technologie de Compiègne.
- Bachimont, Bruno. 2007. *Ingénierie Des Connaissances et Des Contenus : Le Numérique Entre Ontologies et Documents*. Hermes.
- Bachimont, Bruno. 2008. « Audiovisuel et numérique : la reconstruction éditoriale des contenus ». In *Métadonnées : mutations et perspectives*, édité par Lisette Calderan and Bernard Hidoine and Jacques Millet. ADBS editions.
- Bush, Vannevar. 1945. "As We May Think." *The Atlantic Monthly* 176 (1): 101–8.
- Crozat, Stéphane, Bruno Bachimont, Isabelle Cailleau, Serge Bouchardon, et Ludovic Gaillard. 2012. « Éléments pour une théorie opérationnelle de l'écriture numérique ». *Document numérique* 14 (3): 9-33.
- Crozat, Stéphane. 2014. « Precip : Formation à l'écriture numérique via des chaînes éditoriales ayant fonction de démonstrateurs pédagogiques. » présenté à Journées Scenari 2014, Paris.
- Crozat, Stéphane. 2015. « As we may : réflexions autour du support numérique ». <http://aswemay.fr>
- Dall' Armellina, Luc. 2009. "Le MEMEX de Vannevar Bush". <http://www.hypertexte.org/blog/?p=125>
- Goody, Jack. 1977. *The Domestication of the Savage Mind*. Cambridge University Press.
- Leroi-Gourhan, André. 1945. *Milieu et Techniques*. 1973. Albin Michel.
- Nelson, Ted. 1982. *Literary Machines*.
- Simondon, Gilbert. 1958. *Du mode d'existence des objets techniques*. 2012. Éditions Aubiers.