
En quoi le dispositif mis en œuvre dans le cours d'introduction à l'informatique en BAC1 ingénieur civil basé sur l'apprentissage par problèmes soutient les processus du transfert des apprentissages : l'encodage et l'accessibilité aux connaissances ?

LFOPA2115B : Pratiques pédagogiques et dispositifs de formation

Olivier Goletti

Noma : 2398-06-00

Enseignantes : Biémar S., Boucenna S.

Année académique : 2018 / 2019

TABLE DES MATIERES

Table des matières	2
1 Introduction.....	3
Caveat :	3
2 Un dispositif : le cours d'introduction à la programmation	5
2.1 Présentation générale du cours.....	5
2.2 Description précise d'un extrait du dispositif	6
2.2.1 Cours magistral de lancement.....	6
2.2.2 Phase de préparation	7
2.2.3 Phase de démarrage	7
2.2.4 Phase de réalisation.....	9
2.2.5 Séance de bilan final	9
2.2.6 Cours de structuration.....	9
2.3 Identification des caractéristiques d'un dispositif	9
2.3.1 Le contexte d'apprentissage :	9
2.3.2 Les objectifs :	10
2.3.3 Les ressources mobilisées pour atteindre les objectifs :	10
2.3.4 Les modalités de l'évaluation :	11
2.3.5 Triple concordance	11
3 Un cadre d'analyse : le transfert des apprentissages	12
3.1 Le modèle de Tardif	12
3.2 Le modèle de Bracke.....	13
3.3 La grille d'analyse	14
4 Analyse	18
4.1 Viabilité des apprentissages (encodage 1)	18
4.1.1 La tâche source est présentée dans un contexte sensé	18
4.1.2 De nombreux exemples contextualisés sont proposés	18
4.1.3 Identification de contextes potentiels de transfert.....	18
4.1.4 Identification des conditions nécessaires et suffisantes à la réutilisation.....	18
4.2 Organisation des apprentissages (encodage 2)	19
4.2.1 Présences d'étapes préparatoires	19
4.2.2 Indexation conditionnelle en fonction tant des affordances que des catégories.....	19
4.2.3 Proposition de schéma organisateur/de synthèse	19
4.2.4 Proposition de relations avec les autres connaissances	20
4.2.5 Validation par les pairs, le tuteur, l'enseignant	20
4.3 Accessibilité des connaissances pertinentes en ME et MLT	20
4.3.1 Stratégies d'exploration systématique des connaissances antérieures.....	20
4.3.2 Présence de stratégies de rappel (notamment basées sur les similarités des tâches).....	20
4.3.3 Prise en compte de la ME : Présence de supports et indices externes	20
5 Discussion.....	22
5.1 Expliciter l'organisation des apprentissages	22
5.2 Expliciter les opportunités de transfert a priori.....	22
5.3 Des stratégies explicites.....	23
5.4 Ce que l'analyse ne dit pas	23
6 Conclusion	24
Bibliographie	25
Annexes	26

1 INTRODUCTION

Au passage du nouveau millénaire, l'EPL (école polytechnique de Louvain) à l'époque encore appelée FSA (Faculté des Sciences appliquées) décide de revoir l'approche pédagogique des deux premières années de son cursus. La faculté entame, lors de la réforme connue sous le nom de « candis 2000 », de passer à une méthode plus nouvelle et active d'apprentissage centrée sur l'apprentissage par problème et par projet.

Outre les grandes idées de décloisonnement des disciplines via des projets intégrés et pluridisciplinaires, il est aussi question de modifier la façon d'enseigner dans chaque discipline. En particulier, c'est sur ces principes que le cours d'informatique de première année de bac a aussi été adapté à l'apprentissage par problème. Elie Milgrom, co-auteur de certains articles référencés dans ce travail, était en effet à la manœuvre à l'époque de la réforme pour la partie informatique de la formation des futurs ingénieurs.

Ayant été étudiant dans ce cours lors de ma première année de bac en ingénieur civil, tuteur ensuite pendant mes années de master en informatique et maintenant assistant du cours dans le département, je connais particulièrement bien le dispositif. On notera que depuis cette année scolaire (2018-2019), un changement des contenus a été mis en place vu que le cours est basé cette fois-ci sur le langage de programmation Python plutôt que le langage Java utilisé auparavant. L'analyse présentée ici se base sur les éditions précédentes du cours lorsqu'il était encore axé sur le langage Java. La méthodologie du cours est cependant sensiblement la même, ce qui permettra sans doute d'étendre les résultats de l'analyse sans encombres au dispositif actuel.

L'objectif de ce travail sera dans un premier temps de décrire le cours d'introduction à l'informatique. Nous nous attacherons tout particulièrement à justifier les différents éléments qui le caractérisent et permettent de le qualifier de dispositif. Ensuite, le cadre d'analyse dérivé du transfert des apprentissages sera lui aussi présenté. Il servira à analyser le dispositif et à identifier quels aspects de ce dispositif supportent en effet certains processus du transfert des apprentissages en informatique. Une discussion des apports de cette analyse tiendra lieu de conclusion du travail.

Caveat :

Il est à préciser que dans le cadre d'un projet de recherche futur, je pourrais être amené à expérimenter avec le dispositif utilisé dans ce travail. En effet, j'envisage de faire de la recherche en didactique de l'informatique. Notamment sur la formation continuée des enseignants et les bonnes pratiques à mettre en place dans un tel cadre. Dans ce cadre, je compte m'intéresser tout particulièrement à la méthodologie pédagogique utilisée dans l'enseignement de l'informatique et en particulier à l'équilibre entre enseignement explicite et approche par projet. L'origine de la réflexion vient de la lecture de différentes critiques des approches constructivistes notamment par (Kirschner, Sweller, & Clark, 2006) et les différentes réponses qui leurs ont été proposées (Hmelo-Silver, Duncan, & Chinn, 2007; Schmidt, Loyens, Van Gog, & Paas, 2007) qui insistent sur la présence forte d'étayage dans le problem based learning (PBL), ainsi que la possibilité que les limites des approches par problème soient dues à un manque de recherche et que leur efficacité dépende également de la discipline comme le suggèrent Galand et al. dans leur propre analyse de l'efficacité de la réforme (Galand, Frenay, & Raucourt, 2012). Même si cette dernière réponse semble proposer que le dispositif pourrait être malgré tout efficace dans le cadre des études d'ingénieur, mon idée serait de tester en quoi la formation via un dispositif inspiré d'une méthodologie plus explicite, notamment dans le

cadre de la formation des tuteurs encadrant le cours, pourrait ou non améliorer l'efficacité du dispositif.

Sans entrer dans les détails, c'est donc avec cette intention que j'aborde ce travail qui me permet d'approfondir ma connaissance et ma compréhension du dispositif tel qu'il existe pour le moment. Avec tous les biais que pourraient induire mon projet de recherche tel qu'énoncé ci-dessus.

2 UN DISPOSITIF : LE COURS D'INTRODUCTION A LA PROGRAMMATION

2.1 Présentation générale du cours

Les principes méthodologiques qui ont guidés cette réforme peuvent être résumés comme suit : « Les choix opérés pour l'élaboration du programme se fondent sur l'articulation de trois principes clés :

1. La contextualisation des apprentissages : les étudiants apprennent à partir de situations problèmes issues de contextes professionnels ;
2. L'apprentissage coopératif ; les étudiants abordent la plupart des activités auxquelles ils sont confrontés en groupes stables ;
3. Le tutorat ; la démarche active d'apprentissage et le recours aux petits groupes induisent une modification des rôles des différents acteurs. L'encadrement des étudiants a été revu en conséquence. » (Raucent et al., 2004)

La réforme s'applique sur l'organisation de tout le cursus de baccalauréat et en particulier, la Figure 1 montre bien qu'elle touchera donc aussi le cours d'informatique. En effet, dans la formation de première année ingénieur civil, un cours de projet est mis en place dans lequel des compétences de programmation en java sont nécessaires. Celles-ci devront être traitées dans le cours d'informatique et remobilisées par la suite.

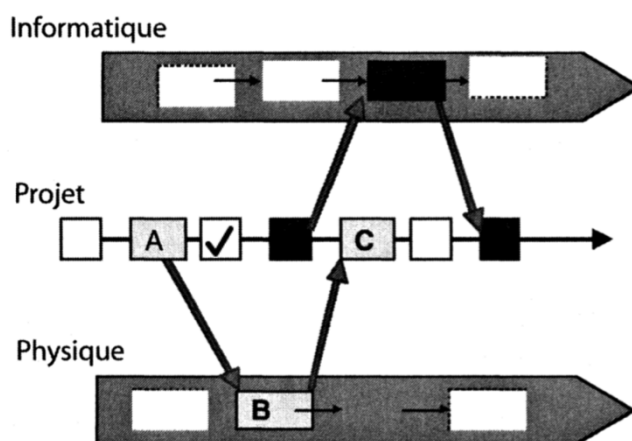


Figure 1: Intégration de l'apprentissage dans le cadre d'un projet (Raucent et al., 2004)

Le schéma respecté dans le cours se calque sur ce modèle spécifique, intégrant les invariants dictés par la faculté de phase de démarrage (se préparer), travail individuel (réaliser) et phase finale (analyser et conclure). La Figure 2 présente les différentes phases telles que présentées dans le syllabus du cours.

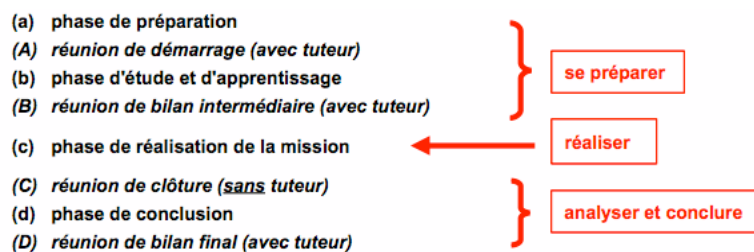


Figure 2: organisation d'une mission d'APP¹

¹ Figure extraite du syllabus « Enoncé des séances d'exercices, Informatique 1 » par O. Bonaventure, C. Pecheur, D. Leroy et S. Combéfis, p.5

Pour plus de lisibilité, j'ai recréé un schéma reprenant la structure d'une semaine de cours dans la Figure 3. Dans cette figure, les première et dernière étapes (en orange) correspondent à des cours magistraux, les deuxième et quatrième étapes (en bleu) représentent du travail non accompagné individuel ou en groupe, les troisième et cinquième étapes (en jaune) correspondent à du travail encadré par un tuteur.

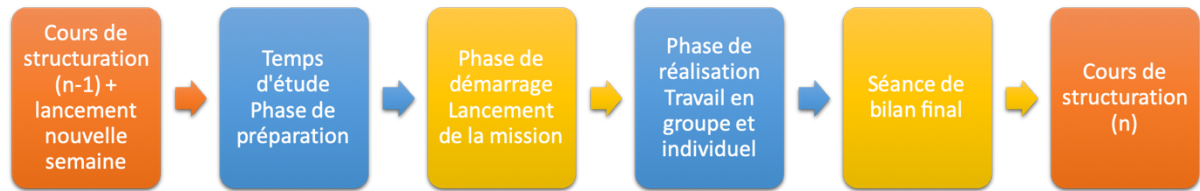


Figure 3 : organisation d'une semaine de travail

Ce schéma sera détaillé dans la section suivante en même temps que seront donnés les détails de la semaine spécifique choisie. Outre l'enchaînement de ces semaines tout au long du quadrimestre, il est utile de décrire quelques éléments supplémentaires du cours.

Chaque semaine, une réunion d'encadrement est prévue avec les tuteurs des différents groupes. Cette réunion a pour but de donner la vision globale aux tuteurs sur les objectifs de la semaine, les points d'attention dans les exercices et la mission de la semaine, etc. Elle permet également de faire remonter auprès des enseignants des difficultés rencontrées par les tuteurs et de discuter ensemble les différentes solutions envisageables.

Au niveau de l'évaluation, outre les phases tutorées présentées ci-dessous, il est important de préciser qu'à la moitié du quadrimestre, une évaluation papier est proposée aux étudiants. La note de cette évaluation peut intervenir pour un tiers de la note finale si cela améliore cette dernière. Finalement, l'examen de fin de quadrimestre dure 3h et est réalisé sur machine sur la plateforme Inginious.

2.2 Description précise d'un extrait du dispositif

Dans l'idée qu'il n'est pas raisonnable de décrire le dispositif dans son entièreté vu qu'il couvre un quadrimestre, une description plus précise d'éléments du dispositif a été faite autour d'un objectif pédagogique particulier.

Vu l'organisation cyclique du cours et la répétition du schéma présenté ci-dessus tout au long du quadrimestre, il est proposé de s'attacher à la semaine d'introduction des chaînes de caractères et leur manipulation : qui correspond donc à la semaine 4 et aux situations ultérieures qui permettraient d'observer un transfert. Ce choix est fait pour plusieurs raisons : elle permet de s'abstraire des difficultés de découvertes du fonctionnement et des outils du cours (fonctionnement de la semaine, ressources sur l'espace numérique de travail moodle, exercices sur l'exerciseur en ligne Inginious, manipulation de l'environnement de développement BlueJ, etc.) ; elle introduit des concepts fondamentaux qui ne demandent pas trop de connaissances préalables ; ces concepts devront être remobilisés au travers du cours.

2.2.1 Cours magistral de lancement

Une semaine commence donc par un cours magistral, typiquement le vendredi. Ce cours est l'occasion de restructurer les concepts qui viennent d'être abordés lors de la semaine qui précède (cette fonction de structuration sera présentée plus bas). Mais surtout, il a pour objectif d'introduire les nouveaux concepts qui seront traités la semaine suivante. Pour plus de facilité, les transparents du cours, la partie correspondante du syllabus d'exercices et certains exercices sont proposés en annexe XX afin de pouvoir y faire référence dans ce travail. Comme on peut le voir au slide 41 de l'annexe 2, ces transparents commencent par un rappel du plan du cours,

puis par la liste de la théorie à lire dans le livre de référence. S'ensuit une introduction au concept de String (chaîne de caractères en anglais) et notamment sont présentés quelques usages et méthodes disponibles sur ce type de données spécifique. Des couleurs sont utilisées pour mettre en évidence le résultat de l'exécution de certains fragments de code proposés. Sur le dernier transparent on peut aussi observer une représentation graphique simplifiée de String.

2.2.2 Phase de préparation

Le temps d'étude individuel ne peut être décrit dans sa façon d'être vécue par l'étudiant pour des raisons évidentes. Cependant, les ressources qui contribuent à cette étude sont disponibles. Tout d'abord, le contenu du livre est disponible sur la plateforme moodle du cours et est aussi disponible en ligne². Le questionnaire de démarrage est une liste de questions posées à l'étudiant et fournies dans le syllabus d'exercices. En annexe 1, p.44, on peut voir que la mission 4 sur les chaînes de caractères commence par une mise en situation qui servira de contexte à la phase de réalisation. Le 4.1 détaille les objectifs de la mission. Dans le cadre de ce travail, on s'intéressera particulièrement aux deux objectifs suivants :

« A l'issue de ce problème, chacun d'entre vous :

- sera en mesure d'être de plus en plus précis sur certains concepts sous-jacents à un programme Java simple (après une quatrième prise de connaissance): chaînes de caractères
- aura montré une capacité à écrire des méthodes permettant de manipuler des chaînes de caractères »

La section 4.2 reprend une suite de sections du livre de référence à lire, ainsi que des références vers la documentation officielle de Java (l'API Java³) et une explication sur son utilisation.

La section 4.3 contient *le questionnaire de démarrage*. Ces questions abordent les différentes thématiques rencontrées dans le livre et sont tantôt des questions ouvertes, tantôt des questions de programmation (les étudiants sont invités à les réaliser sur papier, ils ont aussi la possibilité de résoudre ces questions sur machine et une version en ligne est aussi proposée avec un feedback renvoyé par la plateforme), tantôt des questions faisant référence à l'API et finalement une question plus organisationnelle (la 12 p.48).

2.2.3 Phase de démarrage

Cette étape se fait après le week-end. Pour toute la durée du premier quadrimestre, les étudiants sont répartis en groupes de 6 à 8 personnes et rassemblés en 4 groupes par local. Cette séance dure une heure et est encadrée par un tuteur, typiquement un étudiant en informatique de master. Lors de cette séance, l'objectif est de mettre en commun les réponses que les étudiants ont trouvées pour *le questionnaire de démarrage*. Le tuteur se base sur les encadrés qui lui sont destinés dans le syllabus (ces encadrés, visible dans l'annexe 1, donnent des pistes pédagogiques et des éléments d'attention au tuteur et ne sont pas visibles aux étudiants) pour animer la séance en retravaillant les différentes questions.

Typiquement, il envoie au tableau un membre de chaque groupe pour y écrire sa réponse. Le local va ensuite ensemble discuter les différentes réponses et la validité de celles-ci. Le tuteur a un rôle ici entre l'ami et l'enseignant. Son objectif n'est pas de donner les

² Le livre complet est disponible sur <https://archive.org/details/javanotes6>

³ Un des liens proposés pour cette semaine :

<http://download.oracle.com/javase/1.5.0/docs/api/java/lang/String.html>

réponses ou de refaire un cours théorique mais de guider les étudiants et de clarifier certaines notions quand c'est nécessaire.

Après cette séance, une série d'exercices supplémentaires sont proposés sur la plateforme d'exercices Inginious. Ces exercices sont facultatifs mais vivement encouragés. Ils prennent la forme d'un champ de texte à remplir avec un fragment de programme répondant à l'énoncé et la soumission de ce dernier donne accès à un feedback. Un exemple d'un tel exercice est proposé avec une réponse fausse (Figure 4) et puis une réponse juste (Figure 5).

Mission 4 : Q* chaîne composée de chiffres

Ecrivez la méthode `boolean entierValide(String s)` permettant de retourner `true` uniquement si la chaîne de caractères `s` ne contient que des chiffres. la spécification est :

```
/*
 * @pre s != null
 * @post retourne true uniquement si la chaîne de caractères
 *       s ne contient que des chiffres
 */
```

Il y a une méthode dans la classe `Character` qui devrait vous aider à vérifier qu'un caractère est un chiffre, voir <https://docs.oracle.com/javase/7/docs/api/java/lang/Character.html>

Il y a des erreurs dans votre réponse. Votre note est de 0.0%. [Soumission #5ccdac506779dd629972ba90]

Il semble que vous ayez fait des erreurs dans votre code...

Avec l'argument `s="jhgxw"`, la réponse attendue est `false`
Malheureusement, votre code renvoie `true`

Chaîne de chiffres

Écrivez ici la méthode

```
1 boolean entierValide(String s) {
2     return true;
3 }
```

Figure 4 : exercice inginiuous réponse fausse

Votre réponse a passé les tests ! Votre note est de 100.0%. [Soumission #5ccdacf46779dd6296f0aab9]

Chaîne de chiffres

Écrivez ici la méthode

```
1 boolean entierValide(String s) {
2     for (int i=0; i<s.length(); i++)
3         if (!Character.isDigit(s.charAt(i)))
4             return false;
5     return true;
6 }
```

Figure 5 : exercice inginiuous réponse correcte

2.2.4 Phase de réalisation

Dans la section 4.4 de l'annexe 1, on peut retrouver l'énoncé de la phase de réalisation de la semaine. Cette phase de réalisation se fait en binôme. Les étudiants doivent donc se répartir le travail et s'organiser pour qu'en deux jours ils soumettent un programme répondant au maximum aux différentes attentes de la semaine.

La mission 4 est une analyse de chaînes de caractères représentant des séquences d'ADN comme introduit dans le contexte du chapitre. Pour se faire, une série d'étapes sont proposées aux étudiants en partant du téléchargement d'un début de programme donné jusqu'à l'écriture de différentes méthodes telles que :

- `isAdn`, qui doit valider si une chaîne de caractères n'est bien constituée que des caractères 'a', 'c', 't' et 'g'. La solution demande de parcourir la chaîne en comparant ses caractères un par un avec l'ensemble des caractères valides.
- `count` qui compte le nombre d'occurrence d'un caractère donné dans une chaîne de caractères. La solution est similaire à l'exercice précédent mais demande de retenir un compte pendant le parcours de la chaîne.
- `distanceH` qui calcule le nombre de positions où deux chaînes de caractères diffèrent. La solution demande cette fois-ci de parcourir deux chaînes en même temps, toujours en les traitant caractère par caractère.
- `plusLongPalindrome` qui identifie la plus longue sous-chaîne d'une chaîne de caractères donnée telle que celle-ci est un palindrome. La solution demande de traiter une même chaîne mais de la parcourir dans directions différentes à partir d'une position relative.

2.2.5 Séance de bilan final

Cette séance est aussi une séance tutorée d'une heure. Elle se passe à nouveau en groupe dans les locaux des étudiants. Pendant cette séance, le tuteur présente une correction des programmes soumis par les étudiants. Cela prend la forme de remarques plus générales et de discussions sur des points de matières, des erreurs ou des soucis dans les réalisations qu'il a corrigées. Dans un deuxième temps, une *question de bilan final* est proposée. Celle-ci se veut proche de la mission et des objectifs à atteindre pendant la semaine.

Dans le cas des chaînes de caractères, on demande aux étudiants d'écrire un programme qui compte combien de fois un motif est présent dans une chaîne plus longue.

A l'issue de cette séance, des exercices supplémentaires, accessibles par ailleurs dans le syllabus, sont mis à disposition sur la plateforme Inginius.

2.2.6 Cours de structuration

Cette dernière étape de la semaine est concomitante avec la première de la semaine suivante. Il s'agit ici d'un cours magistral en auditoire où l'enseignant va restructurer et préciser les éléments de théories, conceptuels et pratiques relatifs au sujet de la semaine. Les transparents de la séance qui nous intéressent sont disponibles en annexe 3.

2.3 Identification des caractéristiques d'un dispositif

2.3.1 Le contexte d'apprentissage :

- BAC 1 Ingénieur civil : Les étudiants qui sont apprenants dans ce dispositif viennent de sortir de l'enseignement secondaire. Ils ont entre 18 et 20 ans. Ils

ont un solide bagage en mathématiques mais sont pour la plupart novices en programmation.

- La formation qu'ils suivent est commune à toutes les finalités, ce qui implique qu'ils ne se destinent pas tous à des études dans l'informatique. Cependant tous seront amenés à utiliser cet outil dans la suite de leurs cursus.

2.3.2 Les objectifs :

- Objectifs généraux de programmation en Java pour le cours : Comme détaillé aux pages 6 et 7 de l'annexe 1, toute une série d'objectifs relatifs à la lecture, l'écriture, la documentation, la validation de programmes informatiques sont proposés. Ces objectifs sont centrés sur l'applications de concepts.
- L'objectif spécifique étudié particulièrement dans ce travail est la manipulation de chaînes de caractères en Java. En particulier, la notion de String comme objet, l'utilisation de méthodes spécifiques à cet objet et la compréhension du fonctionnement de ces méthodes au travers de l'implémentation de méthodes similaires notamment en effectuant des parcours de chaînes et en comparant des chaînes.

2.3.3 Les ressources mobilisées pour atteindre les objectifs :

- Méthodologie APP (Apprentissage par problèmes) : cette ressource a été décrite plus haut. Elle trouve son objectif principal dans le développement de compétences transversales demandées par le marché de l'emploi comme le travail en équipe ou la capacité d'organisation. L'analyse de la réforme documentée par (Galand et al., 2012) montre que la réforme n'aura pas causé de déficit de permanence en terme d'objectifs « matière » et aura amélioré les capacités d'applications des connaissances, ce qui est justement l'objectif du cours.
- Tutorat : Cette ressource fait partie intégrante de la méthodologie proposée dans ce cours. Le tuteur, entre l'ami et l'enseignant, permet d'intervenir là où l'enseignant ne peut le faire devant un auditoire, de manière personnalisée en encadrant un nombre plus limité d'étudiants. S'agissant souvent d'un ancien étudiant du cours et en tous cas d'un étudiant plus avancé, il peut soutenir les étudiants qu'il encadre tant au niveau matière qu'au niveau de la méthodologie du cours.
- Ressources documentaires, notes, livre de références, cours théorique. Ces différentes ressources ont déjà été introduites dans la description du dispositif ci-dessus. Elles ont été réfléchies pour se calquer sur le déroulement d'une semaine et apportent ainsi les informations au fur et à mesure qu'elles s'avèrent nécessaires.
- Espace de discussions/questions en ligne : Une plateforme type espace numérique de travail est fournie sur moodle. Elle permet notamment de discuter avec les étudiants et de leur donner accès aux différentes ressources. Elle sert surtout au niveau de son forum, d'espace d'échanges et de questions réponses entre étudiants et avec les assistants du cours.
- Exerciseur en ligne : Inginius est une plateforme type exerciceur en ligne qui sert aux étudiants pendant leur phase de démarrage, après la première séance tutorée, des exercices complémentaires avec feedback leurs sont proposés via la

plateforme ainsi qu'après la séance de bilan final. C'est aussi sur cette plateforme que l'évaluation finale se fera.

2.3.4 Les modalités de l'évaluation :

- Feedback formatif chaque semaine pendant les séances tutorées de bilan final
- Interrogation mi-quadri sur papier
- Examen final en ligne sur Inginious.

2.3.5 Triple concordance

Pour justifier que l'ensemble de ces caractéristiques relèvent bien d'un dispositif, il reste à montrer la triple concordance, c'est-à-dire l'adéquation entre les ressources, les objectifs et l'évaluation. Il semble qu'on puisse l'inférer de par la description des différents éléments mais voici quelques éléments clés à mettre en évidence.

a) Adéquation entre objectifs et ressources

De façon globale, la méthodologie proposée ici a pour objectif principal de simuler le travail en équipe que les futurs ingénieurs rencontreront dans leur contexte professionnel par la suite. Son efficacité a déjà été discutée plus haut. Au-delà de cette méthodologie spécifique, l'ensemble des ressources permettent l'apprentissage théorique, la réflexion individuelle et l'approfondissement ainsi que la pratique au travers d'exercices sur papier, en ligne et sous forme de projets. Toutes ces ressources permettent donc bien de travailler de manière variée les différents aspects nécessaires à l'apprentissage de la programmation. La littérature en propose d'autres peut-être plus adéquats dans certains cas, mais cette discussion n'est pas l'objet de ce travail. Certaines pistes seront cependant mentionnées suite à l'analyse.

b) Adéquation entre ressources et évaluation :

Au sujet de l'évaluation formative, elle a une place centrale dans le dispositif puisqu'elle revient chaque semaine. On pourrait même discuter de son statut de ressource et en soi ceci montre déjà une adéquation certaines avec les choix méthodologiques du cours.

L'évaluation sommative quant à elle se fait en fin de quadrimestre selon des modalités similaires aux exercices proposés pendant les phases d'apprentissage. Ceci montre aussi que les apprenants sont préparés pour ce type d'évaluations et que le dispositif les a amené à travailler et maîtriser tant les contenus que la façon de les évaluer.

c) Adéquation entre évaluation et objectifs :

Les sous objectifs complets du cours n'ont pas été détaillés et il serait illusoire de penser qu'une évaluation puissent couvrir l'ensemble des objectifs. Cependant, l'évaluation continue et formative permet de donner un retour sur les apprentissages des apprenants tout au long du dispositif et c'est bien l'objectif d'évaluation. L'évaluation certificative de fin de quadrimestre demande quant à elle de pouvoir si pas de prouver ses capacités pour tous les objectifs au moins la compréhension de la plupart d'entre eux. Sans entrer ici sur une discussion sur les tenants et aboutissants de l'évaluation, il semble en tout cas clair pour ce dispositif qu'elle est bien adéquate pour les objectifs retenus.

3 UN CADRE D'ANALYSE : LE TRANSFERT DES APPRENTISSAGES

Le cadre d'analyse choisit est celui du transfert des apprentissages. Ce processus est à la base d'un grand paradoxe, car certains auteurs le confondent avec l'apprentissage, il est aussi supposé être tantôt à la base de tout apprentissage, en être la conclusion voire y être équivalent. Pourtant, de nombreuses recherches ayant étudié le phénomène rapporte peu ou pas de transfert. Et c'est dans la conclusion de leur livre que (Presseau & Frenay, 2004) précisent que cette absence relative pourrait être due à la définition même qui a été faite de ce terme dans les recherches présentée dans le livre. Et de préciser que quand on parle de transfert, souvent on parle des situations telles que définies par les chercheurs eux-mêmes mais sans prendre en compte le point de vue de l'apprenant. On en arrive donc à observer un non transfert dans la situation décrite mais peut-être est-ce dû à l'arbitraire du temps défini comme celui du transfert par l'auteur qui pourrait n'être que celui de nouveaux apprentissages pour l'apprenant.

Bien heureusement, il ne s'agira pas ici d'émettre des hypothèses ou de redéfinir le transfert, ni même d'en attester, mais bien, sur base des travaux de (Bracke, 2004) et de (Tardif, 1999), de construire et proposer un cadre d'analyse pertinent qui permettra d'analyser les aspects mis en œuvre dans le dispositif particulier présenté juste avant pour soutenir les différents processus retenus du transfert : « l'encodage des connaissances et compétences » et « l'accès aux informations et aux connaissances pertinentes dans la ME et la MLT ». Ceci permettra donc d'analyser « En quoi le dispositif d'apprentissage par projets et par problèmes mis en œuvre dans le cours d'introduction à l'informatique en BAC1 Ingénieur civil supporte-t-il les différents processus du transfert des apprentissages ? »

3.1 Le modèle de Tardif

Inspiré des approches cognitivistes et notamment par la thèse de Bracke, Tardif définit l'ensemble des processus du transfert d'apprentissage comme une suite plus ou moins séquentielle (voir Figure 6 pour les interactions entre processus) des sept processus suivants :

1. **Encodage des apprentissages de la tâche source** : dès le moment où il commence la construction d'une nouvelle connaissance, l'individu doit se projeter dans des contextes éventuels de réutilisation.
2. **Représentation de la tâche cible** : construction d'un modèle mental provisoire et évolutif du problème à résoudre.
3. **Accessibilité aux connaissances et aux compétences en mémoire à long terme** : donner accès/prise de conscience des connaissances et compétences (= outils cognitifs) en lien direct avec le modèle mental et créer les conditions pour qu'elles soient réutilisables dans le contexte particulier du problème. Dans l'idéal, la personne fait un inventaire exhaustif des outils cognitifs qu'elle maîtrise afin d'éviter de se placer dans une situation d'apprentissage initial.
4. **Mise en correspondance des éléments de la tâche cible et de la tâche source** (début du raisonnement analogique) : estimer les éléments similaires et déterminer le pouvoir de ces similarités dans la résolution du problème menant à une conclusion.
5. **Adaptation des éléments non correspondants** : évaluer l'importance des similarités et des différences. Si les différences sont importantes, une adaptation est nécessaire en vue de les réduire voire les éliminer.
6. **Évaluation de la validité de la mise en correspondance** (fin et validation du raisonnement analogique) : La conclusion de cette étape est soit de résoudre le problème, soit de revenir à un processus antérieur car on a oublié quelque chose (liens E,F,G de la Figure 6), soit d'arrêter par absence de connaissance transférable.

7. **Génération de nouveaux apprentissages** : soutenir la décontextualisation, identification de nouvelles structures ou des adaptations de structures existantes, liens avec les apprentissages déjà encodés relativement à la tâche source.

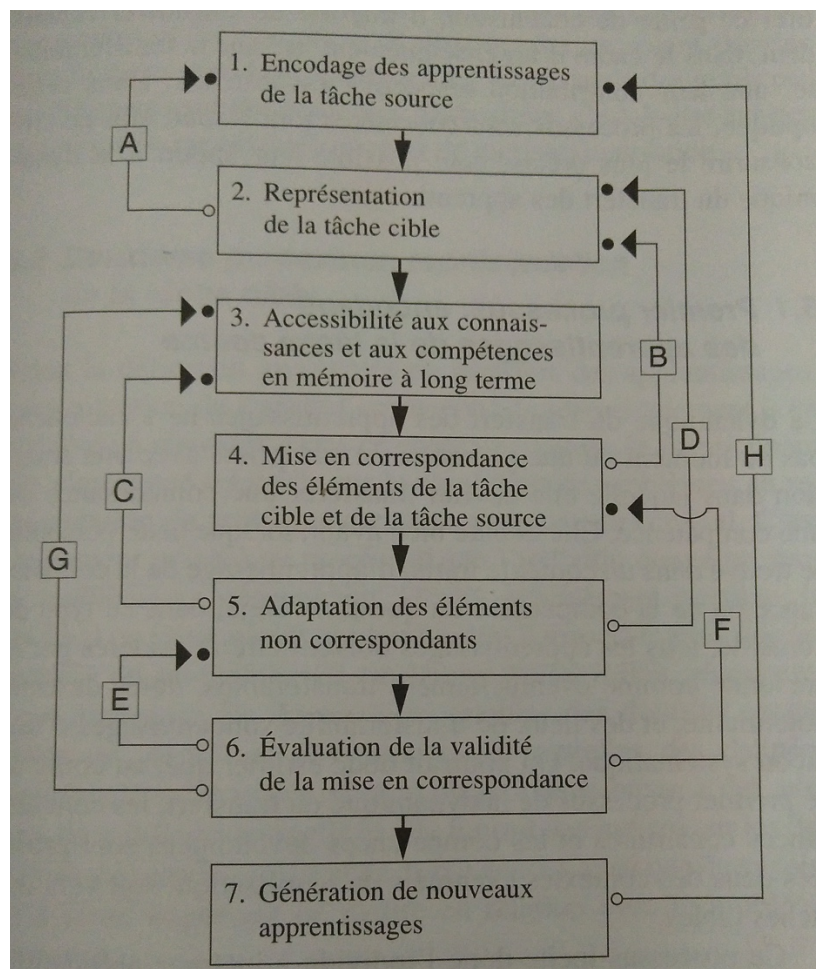


Figure 6 : Séquentialité et interactivité des processus composant la dynamique du transfert des apprentissages (Tardif, 1999)

Il propose d'ailleurs dans son ouvrage, une série de suggestions et de points d'attention lors de la création de situations d'apprentissage. En effet, loin de se limiter à l'étude et à la description du mécanisme de transfert uniquement, Tardif va développer dans les chapitres suivants de son ouvrage une série de stratégies que tantôt l'apprenant, tantôt l'enseignant devront mettre en œuvre pour supporter les différents processus du transfert. Dans la section 3.3 seront développés certaines stratégies relatives aux processus sélectionnés.

3.2 Le modèle de Bracke

Comme le travail de Tardif a été notamment basé sur la thèse de Bracke, il y a naturellement de fortes similitudes entre les deux approches. Cependant, il est quand même utile d'illustrer les similarités et différences saillantes proposées dans son chapitre (Bracke, 2004).

Les deux auteurs s'accordent en disant que le mécanisme de transfert est caractérisé par une situation nouvelle (tâche cible) qui a les caractéristiques d'un problème à résoudre et qu'il s'agira donc de réutiliser dans cette tâche cible une connaissance construite dans une tâche source. En précisant cependant qu'il faut qu'une difficulté soit présente, qui nécessitera donc une adaptation certaine des connaissances et qui aboutira ainsi à un apprentissage.

On peut résumer les différentes phases du mécanisme de transfert de la même manière qu'on l'a fait pour Tardif ci-dessus :

1. **La représentation du problème sous la forme d'un modèle mental en MCT** : cette phase correspond à la phase 2 du modèle de Tardif.
2. **L'accès aux informations et aux connaissances pertinentes dans la ME et la MLT** : correspond à la phase 3 du modèle de Tardif en mettant l'accent sur les structures d'informations et de connaissances.
3. **Le traitement au moyen du raisonnement analogique dans la MCT** : regroupe le traitement qui correspond au raisonnement analogique et aux phases 4 à 6 de Tardif. On notera que le modèle de Bracke met l'évaluation de l'analogie avant l'adaptation des structures contrairement à Tardif, mais ce n'est pas développé plus avant car pas utilisé dans ce travail.
4. **La conclusion du processus** : correspond à la phase 7 de Tardif (en cas de succès du mécanisme de transfert).

On note une première différence, c'est qu'il n'y a pas de processus d'encodage des connaissances dans le modèle de Bracke. En effet, elle précise explicitement qu'il est « difficile de pouvoir spécifier parmi les multiples encodages antérieurs lequel devrait être rétrospectivement retenu comme phase 0 du processus actuel » (Bracke, 2004, p89)

Bracke s'attache aussi à définir les différentes structures de connaissances propres aux différentes mémoires qui interviennent dans le transfert. Sans trop les détailler, elle insiste cependant sur les concepts suivants :

- Les affordances, structures associées à la mémoire externe (ME) et aux capacités d'actions qu'offre l'environnement de l'apprenant.
- Les catégories, structures associées à la mémoire long terme (MLT) qui permettent de stocker, hiérarchiser et associer à des exemples plus ou moins éloignés d'un prototype les connaissances. Ces catégories en MLT sont aussi liées entre elles par une série de relations.
- Les modèles mentaux, structures associées à la mémoire à court terme (MCT) et qui sont des constructions temporaires et « brouillon » de par la nature même de la MCT et ses limites.

Ces structures ont en commun qu'elles sont fonctionnelles, c'est-à-dire associées aux fonctions inhérentes aux différents éléments d'information et de connaissance auxquels elles se rapportent. Ceci a toute son importance dans son modèle vu qu'elle fait de l'accès aux connaissances pertinentes un processus spécifique et distinct du traitement basé sur les similarités entre ces différentes structures. Ce qui justifie l'attention portée dans ce travail au support qu'offre le dispositif à la représentation et aux relations proposées entre ces structures.

3.3 La grille d'analyse

Dans l'ouvrage, le chapitre 2 rédigé par Basque traite de l'approche contextiviste ou interactionniste, que Frenay présente comme liée au situated learning de Lave et Wenger et que Bracke reprend dans son analyse des affordances et de l'importance de l'environnement en citant Greeno. Bien que je n'ai pas lu les recherches séminales de cette théorie qui met l'accent sur l'importance du contexte d'apprentissage, cette approche fait tout son sens également dans le cadre de l'apprentissage de l'informatique, en effet, Guzdial, l'utilise dans son livre (Guzdial, 2016) dans lequel il discute l'enseignement de l'informatique, pour parler de l'importance de la motivation des apprenants et leur sentiment d'appartenance à une communauté de pratique.

C'est pourquoi, les éléments de contexte étant présents dans le modèle de Bracke et de Guzdia, il relie assez bien l'apprentissage de l'informatique avec le cadre du transfert des apprentissages. De plus il me semble qu'il fait sens d'intégrer la « phase 0 », soit l'encodage des connaissances, proposée par Tardif dans l'étude de ce dispositif puisqu'il est cyclique par design. Et qu'on peut aisément concevoir qu'une notion abordée dans les semaines précédentes doivent être réutilisées et remobilisées pour construire de nouveaux apprentissages dans la suite du cours. La phase 0 d'une semaine donnée sera donc ici facilement identifiable vu qu'il s'agira d'un concept abordé dans une semaine précédente et correspond donc également à la phase 7 de Tardif pour cette dernière semaine.

La grille développée se centre sur les deux premiers processus du transfert, à savoir l'encodage et l'accès aux connaissances. La limitation à deux processus vient de l'ampleur du travail. Il n'était pas raisonnable de penser analyser le dispositif sous tous les angles de l'apprentissage dans le cadre de ce cours. Le choix de ces deux processus spécifiquement s'explique par l'importance qu'ils reflètent dans un enseignement cyclique comme le dispositif étudié. En effet, si on veut espérer que les apprentissages réalisés pendant une semaine donnée soient remobilisés dans les semaines ultérieures, ces aspects d'encodage et d'accès aux connaissances sont centraux car à la base du transfert.

Les critères proposés sont inspirés notamment d'une grille proposée par (Brouillette & Presseau, 2004, p. 191, 193). Les deux premières catégories correspondent au processus d'encodage. Elles sont tirées de Tardif qui parle de la viabilité des apprentissages, c'est-à-dire s'assurer que l'apprenant perçoit l'utilité des apprentissages qu'il fait et les phénomènes qu'ils permettent de comprendre. Les critères associés sont :

- La tâche source est présentée dans un contexte sensé : En référence à l'importance du contexte d'apprentissage comme souligné plus haut. Au-delà d'un contexte qui fait sens, on regarde dans la perspective du *situated learning* si ce contexte fait référence au futur métier (d'ingénieur dans ce cas-ci) des apprenants. Pour que les apprentissages fassent sens pour l'apprenant.
- De nombreux exemples contextualisés sont proposés : Ici l'idée est d'observer quels sont les domaines d'application des apprentissages et de multiplier les possibilités de liens avec des futurs domaines de transfert.
- Identification de contextes potentiels de transfert : Au-delà des exemples travaillés, est-ce que le dispositif soutient explicitement cette identification.
- Identification des conditions nécessaires et suffisantes à la réutilisation

La seconde catégorie traite de l'organisation des apprentissages. Les critères associés sont en lien avec l'identification de liens et de stratégies de rappel de ces nouveaux apprentissages :

- Présences d'étapes préparatoires : Afin de faire émerger les notions spécifiques aux apprentissages de la tâche source pour pouvoir "les classer et les synthétiser"
- Indexation conditionnelle en fonction tant des affordances que des catégories : Mise en place explicite d'un mécanisme de rappel des connaissances liées au contexte.
- Proposition de schéma organisateur/de synthèse : Comme souligné par Bracke, les connaissances sont organisées en MLT sous forme de catégories

hiérarchisées, il fait donc sens pour soutenir ce processus que le dispositif propose explicitement ce genre d'organisation des nouveaux apprentissages.

- Proposition de relations avec les autres connaissances : En lien avec la représentation des structures de connaissances en MLT. On est moins sur l'organisation hiérarchique du critère précédent que sur les liens de similarité avec d'autres connaissances.
- Validation par les pairs, le tuteur, l'enseignant : Restructuration explicite avec échanges entre les différents acteurs et les apprenants pour apporter un retour sur l'organisation des apprentissages. En lien également avec le compagnonnage cognitif recommandé par les contextualistes.

Le deuxième processus analysé est donc le deuxième de Bracke mais le troisième de Tardif, soit l'accès aux connaissances en MLT. Les critères retenus sont :

- Stratégies d'exploration des connaissances antérieures : Est-ce que ces stratégies sont explicitement proposées pour aller chercher les connaissances antérieures de façon systématiques (many are called).
- Présence de stratégies de rappel : On n'est pas encore dans la comparaison mais bien sur l'exploitation des similarités des tâches pour rappeler les structures en MCT.
- Prise en compte de la ME : Présence de supports et indices externes : les apprenants sont encouragés à utiliser des documents pertinents tels que des synthèses ou des schéma antérieurs d'organisation des connaissances. Notamment pour pallier les limites de la MCT dans les stratégies de rappel du critère précédent.

La grille d'analyse établie pour ce travail construite en concordance avec les différents points abordés par Tardif et Bracke et les critères discutés est proposée au Tableau 1.

Tableau 1: Grille d'analyse de deux processus du transfert des apprentissages : l'encodage et l'accessibilité

Catégorie		Critères			
Viabilité des apprentissages (encodage 1)	La tâche source est présentée dans un contexte sensé	De nombreux exemples contextualisés sont proposés	Identification de contextes potentiels de transfert	Identification des conditions nécessaires et suffisantes à la réutilisation	
Organisation des apprentissages (encodage 2)	Présences d'étapes préparatoires	Indexation conditionnelle en fonction tant des affordances que des catégories	Proposition de schéma organisateur/ de synthèse	Proposition de relations avec les autres connaissances	Validation par les pairs, le tuteur, l'enseignant
Accessibilité des connaissances pertinentes en ME et MLT	Stratégies d'exploration systématique des connaissances antérieures	Présence de stratégies de rappel (notamment basées sur les similarités des tâches)	Prise en compte de la ME : Présence de supports et indices externes		

4 ANALYSE

Cette section reprend les éléments saillants du dispositif qui ont été identifiés par les critères de la grille. La grille de travail ayant permis cette analyse n'a pas été fournie pour éviter de rallonger ce document avec des données nombreuses et peu organisées. On peut cependant mentionner que la grille a été remplie en fonction des différentes étapes d'une semaine du dispositif et en faisant principalement le focus sur la semaine 4, même si certains éléments ont été tirés d'autres moments du dispositif quand la semaine 4 ne suffisait pas à elle seule pour illustrer certains critères.

4.1 Viabilité des apprentissages (encodage 1)

Rappelons peut-être que cette catégorie reprend particulièrement les critères qui font que les apprentissages de la tâche source auront du sens pour l'apprenant en liant notamment les apprentissages à un contexte qui fait sens pour lui mais également en lui présentant des occasions de réutilisation.

4.1.1 La tâche source est présentée dans un contexte sensé

Pour ce critère la semaine 4 a été considérée comme la tâche source. C'est principalement dans les phases de réalisation (traitement de chaînes d'ADN), de bilan final et de structuration qu'on retrouve cette notion de contexte. Dans le cours de structuration, on parle notamment de l'encodage des caractères tels qu'utilisés dans les systèmes d'information d'aujourd'hui.

De plus, les exercices proposés sont régulièrement proposés comme des explications du fonctionnement d'autres fonctionnalités que l'étudiant sera amené à réutiliser par après. Comme par exemple la comparaison de deux chaînes de caractères.

4.1.2 De nombreux exemples contextualisés sont proposés

Plusieurs exemples d'exercices différents sont présents, en particulier dans cette semaine les exercices qui travaillent le parcours d'une chaîne de caractère. Ces exercices sont proposés dans des contextes différents. Progressivement, dès la phase de démarrage, on les retrouve dans la phase de réalisation et dans la séquence de bilan final à des niveaux de difficultés croissants et cette technique est réutilisée dans le cours magistral de structuration.

On notera toutes fois que dans les exercices de 'drill', un contexte sensé n'est pas systématiquement proposé.

4.1.3 Identification de contextes potentiels de transfert

Même si la plupart des apprentissages sur les parcours de chaînes de caractères sont réutilisables, ce n'est pas vraiment présenté de façon explicite dans le cours. Ceci fera l'objet d'une discussion plus générale dans la section suivante.

4.1.4 Identification des conditions nécessaires et suffisantes à la réutilisation

Toute une partie plus schématique liée à la représentation graphique des objets sera clairement utile par la suite et est introduite ici et retravaillée dans la semaine suivante dans les tableaux.

Cependant, on peut à nouveau regretter que certains éléments ne soient pas explicitement soulignés dans le cours.

4.2 Organisation des apprentissages (encodage 2)

4.2.1 Présences d'étapes préparatoires

Clairement, le choix de la méthodologie du cours permet ici de vraiment travailler ce critère. Le fait de donner certains éléments sur la nouvelle matière, de donner des ressources à lire et ensuite de faire travailler les apprenants individuellement sur les nouveaux apprentissages rentrent vraiment dans ce que la théorie proposait pour faire émerger les caractéristiques des nouveaux apprentissages et ainsi mieux pouvoir les relier aux connaissances existantes.

Certaines de ces étapes sont spécifiques à l'informatique, puisqu'on propose par exemple à l'apprenant de se documenter également en lisant l'API, la documentation officielle, du langage Java.

4.2.2 Indexation conditionnelle en fonction tant des affordances que des catégories

A nouveau dans ce critère, même si ce n'est pas explicitement mentionné à l'apprenant, deux exemples frappants sont présents dans le cours de ces mises en exergue de similarités qui resserviront par après dans les apprentissages.

Tout d'abord, la représentation des objets sous forme de référence dessinée comme la Figure 7 l'indique. Ce concept graphique permettra aux apprenants de se représenter que les variables ne contiennent que des références vers des objets, ce qui est important dans bien des apprentissages futurs dans le cours (notamment les comparaisons d'objets, les tableaux ou la manipulation de structures chaînées, voire dans d'autres cours plus tard dans leur cursus). Cette notation est également utilisée dans le livre de référence.

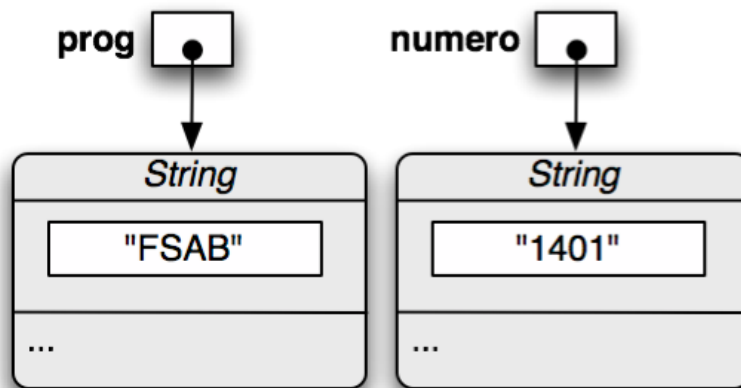


Figure 7 : Représentation graphique de référence vers un objet

Le deuxième élément, ce sont les étapes de parcours d'une chaîne de caractères. Même si on ne voit jamais la description d'une procédure pas à pas pour ce genre d'exercices, ce concept est abordé plusieurs fois dans la semaine et sera réutilisé dès la semaine suivante dans les parcours de tableaux. La représentation graphique notamment dans la préparation de tels exercices lors du déchiffrement d'un énoncé de ce type peut servir de déclencheur pour rappeler le canevas de résolution d'un tel exercice.

D'autres éléments, comme des conseils sur la façon d'aborder les tests quand on traite des chaînes de caractères sont aussi bien présents dans le cours.

4.2.3 Proposition de schéma organisateur/de synthèse

L'analyse du dispositif n'a pas permis d'identifier clairement des éléments pour ce critère.

4.2.4 Proposition de relations avec les autres connaissances

Systématiquement, la construction de nouveaux apprentissages se base sur des concepts déjà abordés et le cours ne manque pas de le souligner. En montrant par exemple dans le cours de structuration que les caractères sont traités comme des entiers, cela permettra sans doute à l'apprenant de transférer ce qu'il sait des entiers pour ce type de donnée.

On peut aussi apprécier que même pour une notion qui n'a pas encore été abordée dans le détail, la notion d'objet, String est tout de même présenté comme un objet 'spécial' et prend déjà une place particulière dans les concepts manipulés. Ce qui prend tout son sens dans les semaines suivantes.

4.2.5 Validation par les pairs, le tuteur, l'enseignant

Pour rappel, l'objectif de ce critère est de discuter un maximum, avec de l'aide quand c'est nécessaire, pour faire émerger un maximum de liens avec les connaissances existantes. La méthodologie du cours appuie spécialement ces démarches en favorisant et alternant des phases de travail individuel puis des mises en commun tutorée, des travaux de groupe et des restructurations en cours magistral.

En particulier, les séances tutorées proposent un cadre sécurisé pour toutes les mécompréhensions et erreurs. Les apprenants savent, de par la structure du cours, qu'ils sont susceptibles d'arriver à la séance de démarrage avec des idées fausses. C'est alors en reprenant les différentes questions de démarrage avec le tuteur qu'ils se retrouvent à repérer ces erreurs, à les corriger et à faire du lien avec ce qu'ils avaient compris jusque-là.

4.3 Accessibilité des connaissances pertinentes en ME et MLT

4.3.1 Stratégies d'exploration systématique des connaissances antérieures

Certaines stratégies relevant plutôt de l'indexation conditionnelle ont déjà été mentionnées plus haut. Ce critère était plutôt ciblé sur des stratégies systématiques d'exploration. Si certains tuteurs ou certains enseignants peuvent suggérer ponctuellement de telles stratégies, elles n'ont cependant pas été retrouvées de façon explicite dans les ressources du cours.

4.3.2 Présence de stratégies de rappel (notamment basées sur les similarités des tâches)

On pourrait reprendre une série d'éléments plus spécifiques identifiés dans d'autres critères mais à nouveau, un manque d'explicitation dans le dispositif est à relever pour ce critère.

4.3.3 Prise en compte de la ME : Présence de supports et indices externes

Des trois critères, c'est pour celui-ci qu'on retrouve le plus d'éléments dans le dispositif. En particulier parce que de nombreuses stratégies sont proposées dans le cours pour travailler de façon graphique, sur papier, avant même de commencer à réfléchir à une solution sous forme de programme. Les apprenants sont donc en permanence encouragés à utiliser des dessins pour les représentations d'objet et ceux qui auront acquis ce réflexe le réutilisent encore plus tard pour résoudre des problèmes de référence comme l'ajout d'un nœud dans une structure chaînée.

Comme ces notations sont utilisées aussi par les enseignants et dans le livre, elles permettent sans doute aux apprenants de se rappeler les connaissances associées. Un bel exemple est la Figure 8 qui représente une structure chaînée de l'examen de janvier 2018. On y retrouve bien les références telles que travaillées au cours.

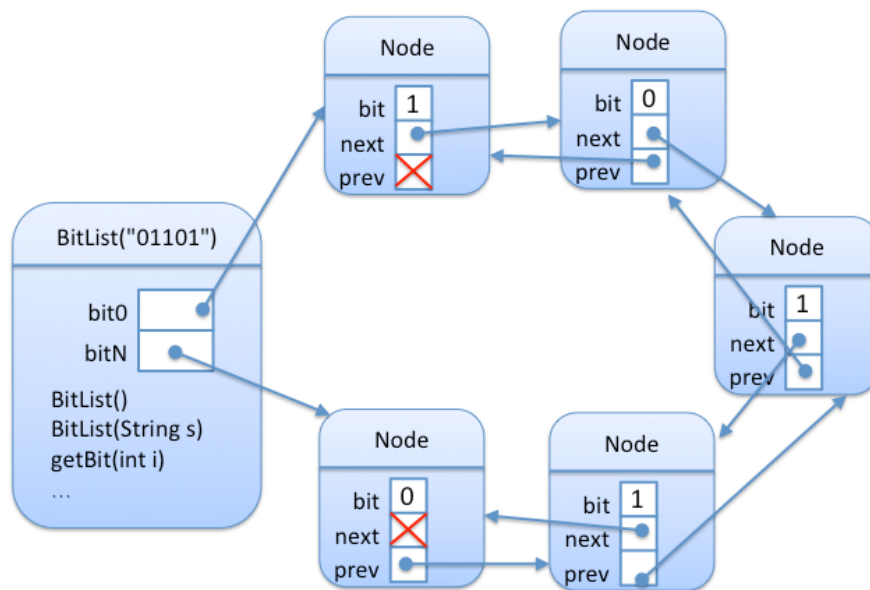


Figure 8 : Représentation graphique d'une structure chaînée

Pendant l'examen, les apprenants ont aussi accès à l'ensemble du syllabus et de la documentation officielle de Java. Donc clairement, la ME est présente et son utilisation encouragée.

5 DISCUSSION

Il est utile de préciser que pour ce travail, j'ai essayé d'extraire et de n'analyser qu'une partie d'un dispositif plus large afin de restreindre le champ d'analyse. Mais ma connaissance du dispositif et les liens entre les différents moments de celui-ci ont fait que cela n'a pas été tout à fait possible. Donc même si la semaine 4 a servi à analyser en détails certains aspects du dispositif, il a quand même été nécessaire de reprendre des éléments d'autres moments afin d'en illustrer tous les aspects, notamment l'évaluation ou des aspects de contenus abordés plus tard dans le dispositif.

Sur le plan du dispositif lui-même, l'analyse montre clairement que malgré que le cours ait été réfléchi et pensé notamment dans l'optique d'implémenter une stratégie d'APP, des éléments suggérés par la grille d'analyse sont manquants. En fait, ceci ne constitue pas une totale surprise, vu que la focale choisie est orientée vers certains processus du transfert des apprentissages qui ne sont pas nécessairement au centre de l'apprentissage par problème qui n'est lui-même qu'une ressource méthodologique pour le cours. On peut dès lors s'interroger sur la pertinence d'analyser le dispositif sur base de ce modèle et c'est tout la subjectivité assumée du choix de la problématisation de ce travail.

Il est temps de se demander ce qui pourrait être changé dans le dispositif pour coller mieux à la grille et si c'est bien pertinent dans le cadre des objectifs d'apprentissages du cours.

5.1 Expliciter l'organisation des apprentissages

Un encodage efficace dans une perspective de transfert passe notamment par l'explicitation des liens entre les apprentissages. Même si ceci a été relevé comme présent, c'est peut-être dû à notre point de vue d'expert. Pas mal de notions en lien les unes avec les autres ne sont pas explicitement identifiées comme telles dans le cours ce qui peut donner une certaine impression de déstructuration. On peut dire en somme que même si l'enchaînement des différentes matières, l'ordre et la façon de les aborder fait certainement sens pour l'expert. Il semblerait au vu de l'analyse effectuée dans le cadre de ce travail que dans une perspective de transfert, il serait bénéfique de rendre ces différents liens et choix plus explicites dans le cours. Notamment, comme suggéré par les critères, via l'organisation plus systématique des apprentissages et ce notamment via des synthèses et schémas organisateurs.

5.2 Expliciter les opportunités de transfert a priori

Un autre manquement identifié est l'insuffisance de stratégies et d'éléments d'identification de contextes potentiels de transfert. C'est notamment vrai pour la représentation schématique des objets qui est amenée dans cette semaine ou encore le parcours de chaîne qui s'avère similaire au parcours de tableau abordé la semaine suivante. Dans l'analyse, cela s'est traduit par une forte similarité entre les critères « Identification des conditions nécessaires et suffisantes à la réutilisation » et « Indexation conditionnelle en fonction tant des affordances que des catégories ».

Le risque étant, si le contexte potentiel de transfert n'est pas explicitement souligné, que l'apprenant ne se rende pas compte qu'il s'agit d'une méthode à réutiliser en l'adaptant. Même si lors de la semaine suivante, cette méthode est rappelée, on augmente les chances de transfert en le mentionnant dès la tâche source et ainsi donner du sens à cet apprentissage et permettre à l'apprenant d'être « à l'affût » d'une situation de transfert. Le format spécifique du cours de structuration pallie en partie à ce manque vu qu'il aborde le nouveau sujet juste après la structuration de la semaine précédente et facilite ainsi le transfert.

Une recommandation à ce niveau serait de bien expliciter lors d'une synthèse les questions à se poser pour identifier les situations dans lesquels certains apprentissages sont nécessaires. Ainsi, l'apprenant sait reconnaître un problème qui fait appel aux stratégies de parcours de structure indiquée par exemple et donc pourrait faire le lien avec ce qu'il en sait déjà. En somme, on travaillerait la structuration et l'explicitation des abstractions à faire dans les différents apprentissages.

5.3 Des stratégies explicites

La grille est également bien vide dans les stratégies de rappels. Il semblerait qu'en suivant les recommandations précédentes d'explicitation des conditions de réutilisation des connaissances, on équiperait l'apprenant d'une série de questions et de critères à utiliser en abordant un nouveau problème. Ceci pourrait dès lors alimenter une stratégie plus générale d'exploration des connaissances existantes et enrichir les stratégies de rappel.

Un outil venant de l'enseignement explicite est de « mettre un haut-parleur sur sa pensée ». Si cette technique est utilisée par les tuteurs en séance, elle permettra d'identifier ce que les apprenants utilisent comme stratégie pour identifier les connaissances à mobiliser en fonction du type de problème. La correction et l'explicitation de critères permettraient sans doute dans ce cas-ci de donner des outils plus spécifiques aux apprenants leur permettant de se rappeler par la suite dans un problème similaire comment l'aborder et mobiliser les apprentissages adéquats.

5.4 Ce que l'analyse ne dit pas

Si dans le cadre théorique on a beaucoup parlé de similarité, il est clair que plusieurs critères mentionnés y font référence. Cependant, la contraposée n'a pas vraiment été explorée. Ceci suggérerait d'utiliser le modèle de Bracke qui montre que l'apprenant se base principalement sur des similarités de surface pour comprendre les idées fausses et transfert négatifs observés dans le cours. Et ainsi essayer de les relever et les éviter dès l'apprentissage. C'est sans doute le rêve de la didactique de chaque discipline. Un exemple hasardeux pourrait être de voir dans la comparaisons des objets String que les étudiants continuent à comparer comme des types primitifs plutôt que comme des objets. On pourrait imaginer que c'est parce qu'ils sont présentés avant de voir les objets et ont une représentation sous forme de littéral comme les autres types primitifs.

6 CONCLUSION

Ce travail a mis en avant l'opportunité d'analyser un cours sous l'angle d'un cadre pédagogique qui n'est pas spécialement celui que les auteurs du dispositif avaient en tête lors de sa création. Dans ce cas précis, on peut se rendre compte qu'un certains nombres d'éléments du dispositif rencontrent les critères de certains processus du transfert d'apprentissage mais mériteraient cependant à rendre toute une série de liens et de conditions de réutilisation plus explicites.

L'intérêt de se pencher ainsi sur un dispositif apporte une meilleure connaissance du dispositif et également de la littérature du cadre pédagogique sélectionné. Un enseignement personnel étant que même dans les théoriciens, tous ne s'accordent pas toujours sur des notions largement utilisées comme celle du transfert.

L'analyse et la discussion qui a suivi me confortent dans l'idée d'explicitier une série d'éléments dans ce cours et en particulier sur l'opportunité d'amener les tuteurs qui travaillent au plus proche des apprenants à bien identifier les stratégies efficaces et à les partager et les relever systématiquement avec eux.

BIBLIOGRAPHIE

- Bracke, D. (2004). Un modèle fonctionnel du transfert pour l'éducation. In A. Presseau & M. Frenay, *Le transfert des apprentissages : comprendre pour mieux intervenir* (p. 77-106). Presses Université Laval.
- Brouillette, N., & Presseau, A. (2004). Expérimentation en contexte scolaire d'un modèle axé sur le transfert des apprentissages. In A. Presseau & M. Frenay, *Le transfert des apprentissages : comprendre pour mieux intervenir* (p. 161-212). Presses Université Laval.
- Galand, B., Frenay, M., & Raucent, B. (2012). Effectiveness of problem-based learning in engineering education: A comparative study on three levels of knowledge structure. *International Journal of Engineering Education*, 28(4), 939.
- Guzdial, M. J. (2016). *Learner-centered design of computing education: research on computing for everyone*. San Rafael: Morgan & Claypool Publishers.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: a response to Kirschner, Sweller, and. *Educational psychologist*, 42(2), 99–107.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1
- Presseau, A., & Frenay, M. (2004). *Le transfert des apprentissages : comprendre pour mieux intervenir*. Presses Université Laval.
- Raucent, B., Braibant, J.-M., De Theux, M. N., Jacqmot, C., Milgrom, E., Vander Borght, C., & Wouters, P. (2004). Devenir ingénieur par apprentissage actif: compte rendu d'innovation. *Didaskalia (Paris)*.
- Schmidt, H. G., Loyens, S. M., Van Gog, T., & Paas, F. (2007). Problem-based learning is compatible with human cognitive architecture: Commentary on Kirschner, Sweller, and. *Educational psychologist*, 42(2), 91–97.
- Tardif, J. (1999). *Le transfert des apprentissages*. Editions logiques.

ANNEXES

Annexe 1 : syllabus du cours (voir document EnonceExercices_strings.pdf)

Annexe 2 : transparents du cours magistral de lancement (voir semaine3.pdf)

Annexe 3 : transparents du cours magistral de restructuration (voir semaine4.pdf)

Annexe 4 : feedback et question de bilan final (feedback-ogioletti.pdf)