

LE FORMALISME ALGORITHMIQUE : une passerelle entre le français, les mathématiques et la technologie (étude de cas)

Hocine LAMMARI

Comme application de la plate forme didactique définie ¹ dans un article précédent, nous avons choisi une compétence informatique qui est la programmation. Elle stimule une activité significative d'ordre intellectuel qui est le formalisme algorithmique en tant que méthode de raisonnement spécifique à l'informatique. Le but est de montrer que le formalisme algorithmique peut être développé dans plusieurs disciplines et peut jouer le rôle d'une passerelle au niveau sixième (collège). Pour l'étude de cas, il s'agit d'écriture d'algorithmes permettant la mise en évidence et l'application de trois structures linguistiques : conditionnelle, alternative et itérative.

Nom de la passerelle :	La formalisation.
Compétence informatique :	La programmation.
Activité stimulée :	Le formalisme algorithmique.
Disciplines concernées :	Français, Mathématiques et Technologie.
Compétences disciplinaires visées :	Le sémantique, Le méthodique et l'opérateur.

LE FORMALISME ALGORITHMIQUE :

La résolution de problème en informatique passe toujours par une étape de formalisation qui est la traduction d'un problème à travers un langage constitué d'un vocabulaire et d'une syntaxe, souvent sous forme d'algorithme. « *Un algorithme est une description précise et rigoureuse*

¹ Lammari Hocine : « Définition d'une plate-forme didactique pour l'introduction des nouvelles technologies au collège », p. 69. *Revue de l'E.P.I.*, n° 84, Décembre 1996.

d'une suite d'opérations permettant d'obtenir, en un nombre fini d'étapes, la solution d'un problème »².

Nous avons associé à l'apprentissage et à la maîtrise de ce formalisme trois types d'acquisitions de nature différente :

- 1 - Sémantique : relatif à la maîtrise du sens des structures utilisées dans ce formalisme. Ce stade englobe aussi la maîtrise du vocabulaire relatif à ces structures.
- 2 - Méthodique : relatif à l'écriture ou à la compréhension d'algorithmes sans application pratique demandée.
- 3 - Manipulatoire³ : relatif à une application d'ordre manuel d'algorithmes donnés à réaliser par les élèves.

En fonction de la nature de ces acquisitions et des travaux nécessaires à leur développement, trois disciplines par leur spécificité ont été choisies pour accomplir ces missions au niveau collège.

- 1 - Français pour le sémantique
- 2 - Mathématiques pour le méthodique
- 3 - Technologie pour le manipulatoire

LES HYPOTHÈSES RETENUES

Nos questions-hypothèses se résument ainsi :

1 - Est-ce que le formalisme algorithmique, à travers la structure conditionnelle, alternative et itérative, peut être étudié et développé au niveau sixième des collèges (11-12 ans) :

- * Sous la forme d'un travail d'ordre manipulatoire dans le cadre d'un enseignement technologique ?
- * Sous la forme de deux travaux de nature différente : l'un d'ordre sémantique et l'autre d'ordre méthodique. Le premier est relatif à l'enseignement du français ; le second relatif à l'enseignement des mathématiques ?

² Bertrand Meyer, Claude Baudoin : *Méthodes de programmation*, p. 402. Editions Eyrolles, 1984.

³ Manipulatoire : par analogie à l'opérateur, pour préciser tout ce qui est d'ordre technique et manuel dans ces applications.

2 - Selon les deux procédés d'enseignement précédents, quel est le degré de maîtrise de chacune des trois structures, relatives au formalisme algorithmique, pour effectuer un travail en technologie et quels sont les obstacles qui subsistent ?

3 - Dans le cadre de l'enseignement du formalisme algorithmique, les élèves arrivent-ils à faire les deux passages suivants ?

- * Transposer les acquisitions du cours de technologie au français et aux maths.
- * Transposer les acquisitions du cours de français et du cours de maths au cours de technologie.

4 - Quelle est la transposition la plus difficile ?

CONDITIONS DE NOTRE ÉTUDE DE CAS

- Lieu :* Collège Liberté 93700 Drancy.
- Niveau :* 6^{ème}.
- Effectif :* deux groupes de 16 élèves chacun (Aucun critère n'a été appliqué dans le choix des deux groupes)
- Disciplines concernées :* Technologie, Mathématiques et Français.
- Contenu :* L'algorithmique n'est pas directement au programme de ces trois disciplines.
- Acteurs :* Ont participé au déroulement de l'expérimentation : un enseignant de Français, un enseignant de Mathématiques et un enseignant de technologie.
- Scénarios pédagogiques :*
- Groupe 1 (Technologie) :* le premier groupe a eu en technologie (travail d'ordre manipulateur) les enseignements prévus sur le formalisme algorithmique.
- Groupe 2 (Français-Maths) :* le deuxième groupe a eu en français (travail d'ordre sémantique) et en mathématiques (travail d'ordre méthodique) des enseignements sur le formalisme algorithmique.
- Préparation des contenus :* le contenu des différents cours et des différentes évaluations a été préparé et ensuite corrigé et modifié en commun avec les enseignants de ces disciplines (voir textes des épreuves finales - Annexe).

PLANNING DES SÉANCES (des deux groupes)

Séances par rapport aux groupes	Groupe 1	Groupe 2	Contenu (Groupe 1)	Contenu (Groupe 2)
Séance 1	Technologie	Technologie	Evaluation Initiale (Technologie)	Evaluation Initiale (Technologie)
Séance 2	Technologie	Français	Cours sur la 1er et la 2ème structures du formalisme	Cours sur les trois structures du formalisme
Séance 3	Technologie	Français	Cours sur la 3ème structure du formalisme	Evaluation de Français
Séance 4	Technologie	Maths	Evaluation Finale (Technologie)	Cours sur les trois structures du formalisme
Séance 5	Maths	Maths	Evaluation de Maths	Evaluation de Maths
Séance 6	Français	Technologie	Evaluation de Français	Evaluation Finale (Technologie)

VALIDATION DES ACQUISITIONS

Nous avons évalué selon ces deux procédés d'enseignement le degré de maîtrise de chacune des trois structures relatives au formalisme algorithmique et la transposition entre les disciplines. La validation des acquisitions a eu lieu en technologie suite à l'évaluation initiale et finale. Pour vérifier ces acquisitions, des critères de validation ont été associés aux différentes notions.

A - En phase Transcription, ce qui correspond à une identification des structures relatives au formalisme algorithmique et aux différentes écritures associées. Les critères retenus sont :

- 1 - Classement : les élèves doivent effectuer un classement de plusieurs tâches nécessaires à la réalisation d'un objet dans leur ordre d'exécution.
- 2 - Schématisation : ce critère correspond à l'écriture d'ensemble de la solution dans le « graphe- solution » donné aux élèves.
- 3 - Itération : ce critère correspond à l'identification des tâches itératives et à la détermination du « nombre de fois » ou d'une valeur de seuil à atteindre.

4 - Conditionnel : ce critère correspond à l'identification des tâches de vérification et de contrôle et à la distinction d'un éventuel choix.

B - En phase Application, ce qui correspond à une application directe des structures relatives au formalisme algorithmique, les critères retenus sont :

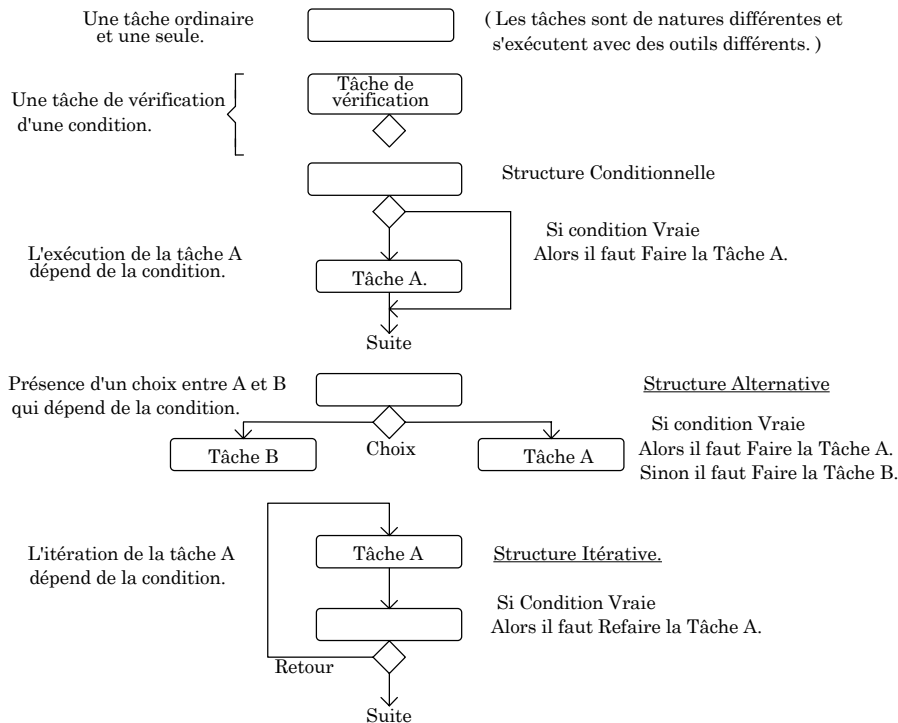
- 1 - Itération-Application (exemple : Perçage) : ce critère correspond à une application directe d'une situation itérative. Les élèves doivent exécuter correctement des tâches d'ordre manipulateur un certain nombre de fois.
- 2 - Conditionnel-Application (Exemple : Gravure) : ce critère correspond à une application directe d'une situation conditionnelle suivie d'alternative. Les élèves doivent exécuter correctement des tâches d'ordre manipulateur en respectant des conditions données.

Les critères qui ont été enseignés et testés pour chaque groupe sont :

Critère	Groupe	Enseigné en	Testé en
A- <u>Phase Transcription</u>			
1 - Classement	- Technologie - Français-Maths	- Technologie - Français - Maths	- Technologie - Idem
2 - Schématisation	- Technologie - Français-Maths	- Technologie - Maths	- Idem - Idem
3 - Itération	- Technologie - Français-Maths	- Technologie - Français - Maths	- Idem - Idem
4 - Conditionnel	- Technologie - Français-Maths	- Technologie - Français - Maths	- Idem - Idem
B - <u>Phase Application</u>			
1 - Itération - Application	- Technologie - Français-Maths	- Technologie - Français - Maths	- Idem - Idem
2 - Conditionnel Application	- Technologie - Français-Maths	- Technologie - Français - Maths	- Idem - Idem

SYNTAXE DES SCHÉMAS UTILISÉS

Pour permettre aux élèves la schématisation des tâches classées, des graphes ont été nécessaires dont voici la syntaxe :



BILAN DE L'ANALYSE DES RÉSULTATS

L'analyse des résultats nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

Concernant les acquisitions de ce formalisme

A - En phase transcription

- Des résultats concluants dans les exercices de classement, de schématisation, d'itération et de conditionnel.

B - En phase application

- Des résultats concluants dans les exercices de conditionnel-application. La vérification des conditions s'est effectuée correctement.

- Des résultats concluants dans les exercices d'itération-application mais :

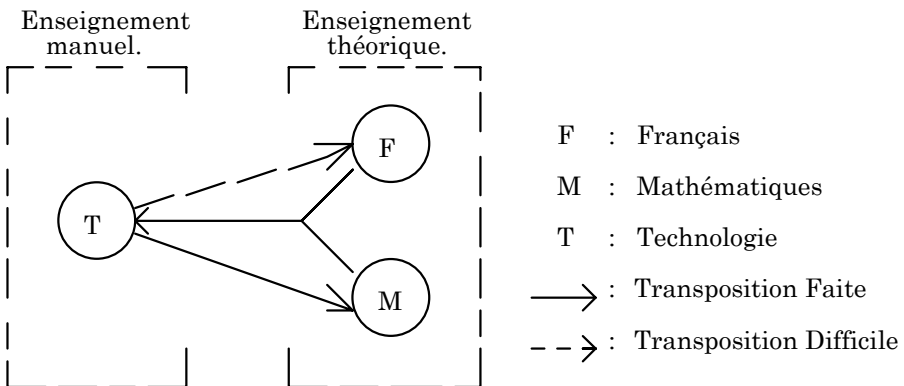
- * L'utilisation d'un chiffre comme seuil au niveau du test pose des difficultés pour les élèves (voir Annexe - Situation problème).
- * L'utilisation d'une variable qui est donnée ou en rapport avec un objet concret facilite le travail pour les élèves.

Concernant la transposition de ces acquisitions

- La transposition des acquisitions d'ordre sémantique du cours de français et celles d'ordre méthodique du cours de mathématiques, pour résoudre des exercices d'ordre manipulateur, est possible et s'est déroulée parfaitement.

- La transposition des acquisitions d'ordre manipulateur du cours de technologie pour résoudre des exercices d'ordre méthodique du cours de mathématiques est possible aussi et s'est déroulée parfaitement.

- Par contre, la transposition des acquisitions d'ordre manipulateur du cours de technologie pour résoudre des exercices d'ordre sémantique du cours de français pose des difficultés pour les élèves de ce niveau.



EN CONCLUSION

1 - Le formalisme algorithmique, à travers le conditionnel, l'alternative et l'itératif, peut être enseigné en sixième :

- * sous la forme d'un travail d'ordre manipulateur en technologie.
- * sous la forme de deux travaux de nature différente : l'un d'ordre sémantique en français et l'autre d'ordre méthodique en mathématiques.

2 - Les passerelles sont possibles. La transposition des acquisitions relatives au formalisme algorithmique a été testée comme plus facile en technologie et en mathématiques qu'en français.

3 - L'enseignement et l'utilisation du formalisme algorithmique en technologie sont une aide efficace pour les élèves dans la structuration de leurs solutions en mathématiques mais ont moins d'influence sur la maîtrise de la langue qui pourtant utilise les mêmes structures.

4 - Réciproquement, l'enseignement du formalisme algorithmique en français et en mathématiques a des retombées positives en technologie.

Le formalisme algorithmique en tant que méthode de raisonnement dans le cadre de la didactique de l'informatique, testé dans notre expérimentation, est une passerelle entre le Français, les Maths et la Technologie au niveau collège respectivement à travers le sémantique, le méthodique et l'opérateur.

Hocine LAMMARI

Docteur en didactique des disciplines

Université paris 7

Enseignant de technologie au collège

ANNEXE

ÉVALUATION FINALE

DISCIPLINE : TECHNOLOGIE.

Nom : _____

Classe : _____

Exercice 1 : sur une matière première, on veut vérifier sa nature et en fonction de cela, effectuer des tâches définies. Si la matière première est du PVC alors il faut la plier à 90° sinon il faut percer quatre trous dessus.

Pour faire ce travail, vous devrez respecter les tâches suivantes :

- A - Mettre hors service l'atelier.
- B - Couper la matière première.
- C - Vérifier la matière première :
 - Si la matière première est du PVC
 - Alors il faut faire la tâche H et ensuite E
 - Sinon il faut faire la tâche D et ensuite F.
- D - Installer un foret dans la perceuse.
- E - Plier la plaque.
- F - Percer un trou sur la plaque.
- G - Vérifier l'angle de pliage :
 - Si l'angle de pliage réalisé est inférieur à l'angle exigé alors il faut refaire la tâche E.
- H - Mettre en service la plieuse.
- I - Vérifier le nombre de trous percés :
 - Si le nombre de trous percés est inférieur au nombre exigé alors il faut refaire la tâche F.
- J - Mettre en service l'atelier.

Questions : 1 - Classez-les dans leur ordre d'exécution.

2 - A l'aide des tâches précédentes, complétez le schéma suivant.

Réponses (Exercice 1) :

1 - Le Classement

1 - Tâche : _____

2 - Tâche : _____

3 - Tâche : _____

4 - Tâche : _____

5 - Tâche : _____

6 - Tâche : _____

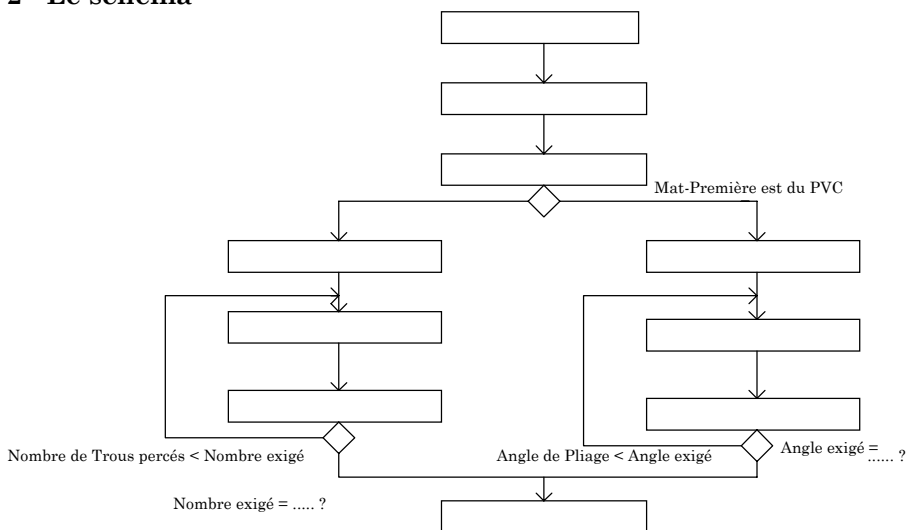
7 - Tâche : _____

8 - Tâche : _____

9 - Tâche : _____

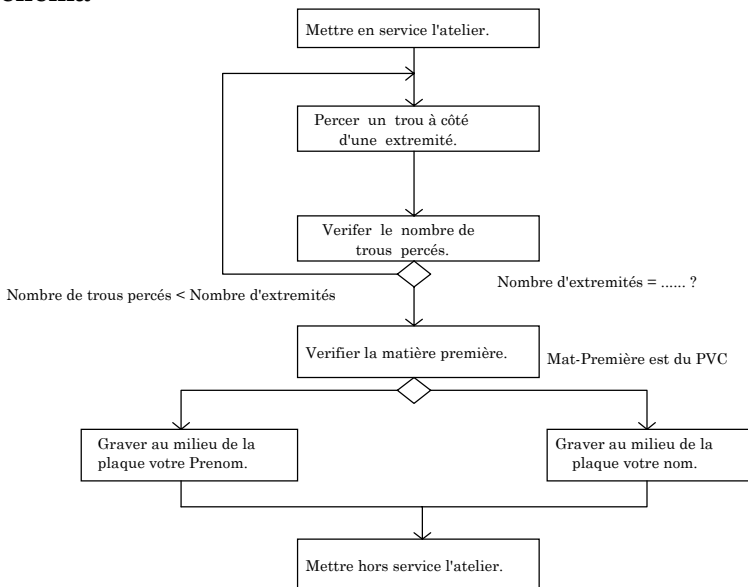
10 - Tâche : _____

2 - Le schéma



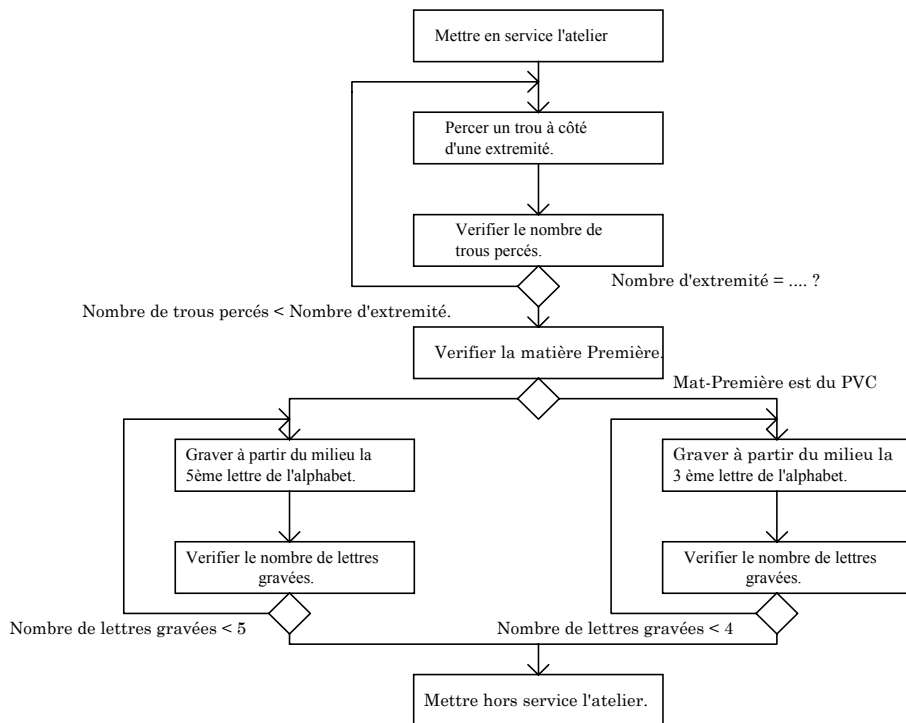
Exercice 2 : on met à votre disposition une plaque de PVC. A l'aide du schéma suivant qui résume une série de tâches à effectuer dans l'ordre, dessinez le résultat obtenu sur la plaque.

Le schéma



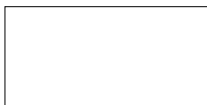
Exercice 3 : on met à votre disposition une planche de bois. A l'aide du schéma suivant qui résume une série de tâches à effectuer dans l'ordre, dessinez le résultat obtenu sur la planche.

Le schéma



Réponses

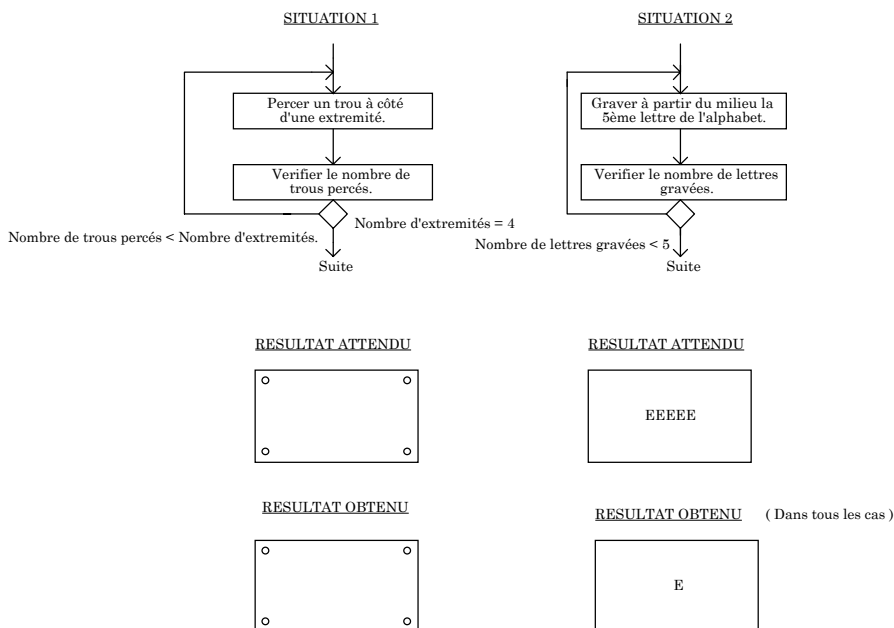
Exercice 2 : dessinez sur le rectangle suivant le résultat obtenu sur la plaque de PVC.



Exercice 3 : dessinez sur le rectangle suivant le résultat obtenu sur la planche de bois.



Situation Problème : (extrait de l'exercice 3, évaluation finale de technologie).



La situation 1 utilise la variable « Nombre d'extrémités » et la situation 2 utilise le chiffre « 5 » comme valeur seuil. Dans la situation 1, le problème de perçage est résolu par tous les élèves. Dans la situation 2, on s'attend à graver cinq lettres « E » l'une à côté de l'autre alors qu'il n'y en a qu'une seule pour tous les élèves.

Plusieurs interprétations des réponses fausses sont possibles.

Interprétations du cours

1 - Le symbolisme non compris : le symbolisme relatif au schéma n'a posé de problèmes à aucun élève dans la situation 1. On peut donc supposer qu'il est bien interprété et que les réponses fausses de la situation 2 n'en dépendent pas.

2 - Le chiffre « 5 » comme seuil (situation 2) a conduit tous les élèves à effectuer simplement une opération arithmétique de comparaison sans se préoccuper de la situation itérative. Le résultat de la comparaison a donc conditionné la sortie.

Explication élève : demandant à une élève d'expliquer sa démarche, elle a répondu que le nombre de lettres gravées est égal à 1 qui est inférieur à 5, donc elle pense qu'elle a terminé le travail.

Interprétations des consignes

1 - Confusion entre “5^{ème} lettre” et “5” comme seuil.

2 - Dans la situation 2, la consigne « Graver à partir du milieu la 5^{ème} lettre de l’alphabet » contient le mot « milieu », lieu en principe unique. D'où problème évident si les élèves raisonnent lettre par lettre et non globalement. Où placer la deuxième lettre ? La consigne induit une perte de repère. Un élève qui aurait bien compris la consigne, aurait du graver cinq fois la lettre E l'une sur l'autre puisque la consigne « Graver à partir du milieu » fait partie de la boucle. Il convient de rajouter une consigne de déplacement dans la boucle de gravure.

Dans la situation 1, le problème de déplacement ne s'est pas posé car les espaces à percer correspondent à des extrémités libres.

3 - Dans la situation 1, l'utilisation de la variable « Nombre d'extrémités » a eu comme effets de :

- * Focaliser l'attention des élèves.
- * Faire faire une équivalence.
- * Introduire le signe “=” dans le raisonnement.

Interprétations du raisonnement

1 - Dans la situation 1, le perçage impliquait les extrémités au nombre de quatre sur une plaque rectangulaire. Il est logique de percer quatre trous pour fixer une plaque. Des problèmes auraient peut être surgis si le nombre de trous avait été différent du nombre de coins.

2 - Dans la situation 2, Le résultat de la gravure demandée ne constitue pas un mot logique. “EEEE” n'a aucune signification. Pourquoi les élèves effectueraient-ils cinq fois une opération déjà complexe qui n'aboutit à rien de logique ?

Interprétations des conditions de réalisation

1 - La nature des tâches :

- * Le perçage (situation 1) est perçu comme facile à itérer. Il suffit de descendre le foret pour percer la plaque.
- * La gravure (situation 2) nécessite d'abord un changement d'outil puis une maîtrise du geste pour déplacer la plaque afin de graver

la lettre. Elle nécessite aussi plus de précaution puisqu'il ne faut pas traverser la plaque. L'itération est moins évidente

2 - Observation du professeur : il s'agit d'un test dans lequel, l'enseignant a décidé d'être présent sans intervenir. La résolution papier a précédé la réalisation du travail sur matière première. Aucune différence n'a été constatée.

ÉVALUATION FINALE

DISCIPLINE : FRANÇAIS

Nom : _____

Classe : _____

Question 1 : pour le voyage en Angleterre, 6 élèves se sont inscrits.

- DUSSARD Alexandre,
- LESTANT Virginie,
- ALLOUIN Stéphane,
- DUSSART Myriam,
- LESSART Thomas,
- ALLEUX Martine,

Question 1 : établissez la liste des participants à ce voyage en les classant par ordre alphabétique.

- 1 - _____
- 2 - _____
- 3 - _____
- 4 - _____
- 5 - _____
- 6 - _____

Question 2 : entourez la proposition qui permet de répondre à la question suivante. Ce classement alphabétique est-il une tâche :

- Itérative.
- Alternative.
- Alternative et itérative ?

Question 3 : expliquez les étapes de la méthode que vous avez utilisé pour faire ce classement.

Question 4 : à l'aide de la liste précédente, établir deux listes distinctes des participants en appliquant la règle suivante : Si le prénom du participant est masculin alors il faut écrire son nom dans la liste 1 sinon l'écrire dans la liste 2.

Complétez ces deux listes.

Liste 1

Liste 2

Question 5 : entourez la proposition qui permet de répondre à la question suivante.

Cette répartition en deux listes est-elle une tâche :

- Itérative.
- Alternative.
- Alternative et itérative ?

Question 6 : tous les matins,

- je me lave,
- je prends mon petit déjeuner

S'agit-il de tâches :

- Conditionnelles.
- Alternatives.
- Itératives ?

Entourez l'adjectif qui permet de répondre à cette question.

Question 7 : si je suis malade,

- je consulte le médecin,
- je prends des médicaments

S'agit-il de tâches :

- Conditionnelles.
- Alternatives.
- Itératives ?

Entourez l'adjectif qui permet de répondre à cette question.

Question 8 : si je cours, je peux prendre le train, sinon je rentre à pied.

S'agit-il d'un événement :

- Itératif.
- Alternatif.
- Conditionnel ?

Entourez l'adjectif qui permet de répondre à cette question.

ÉVALUATION FINALE

DISCIPLINE : MATHEMATIQUES.

Nom : _____

Classe : _____

Dans un grand sac se trouvent des pièces de monnaie que l'on voudrait répartir dans deux petits sacs séparés et en dernier calculer la somme d'argent se trouvant dans chaque petit sac.

On ne peut prendre du grand sac qu'une seule pièce à la fois. Pour chaque pièce, on vérifie le double de sa valeur avant de décider dans quel petit sac elle sera mise (sac1 ou sac2). Après avoir réparti toutes les pièces dans les deux petits sacs, vous devrez calculer la somme d'argent se trouvant dans chacun.

Pour faire ce travail, vous devrez respecter les étapes suivantes :

- A - Fin du travail.
- B - Ouvrir le grand sac.
- C - Mettre la pièce dans le sac1.
- D - Prendre une pièce.
- E - Mettre la pièce dans le sac2.
- F - Vérifier la pièce :
 - Si le double de la valeur de la pièce est ≤ 4 Frs
alors il faut faire l'étape C.
 - sinon il faut faire l'étape E.
- G - Vérifier le grand sac :
 - Si le grand sac n'est pas vide
alors il faut refaire l'étape D
 - sinon il faut faire l'étape I.
- H - Début du travail.
- I - Calculer les sommes d'argent des pièces se trouvant dans le sac 1 et le sac 2.

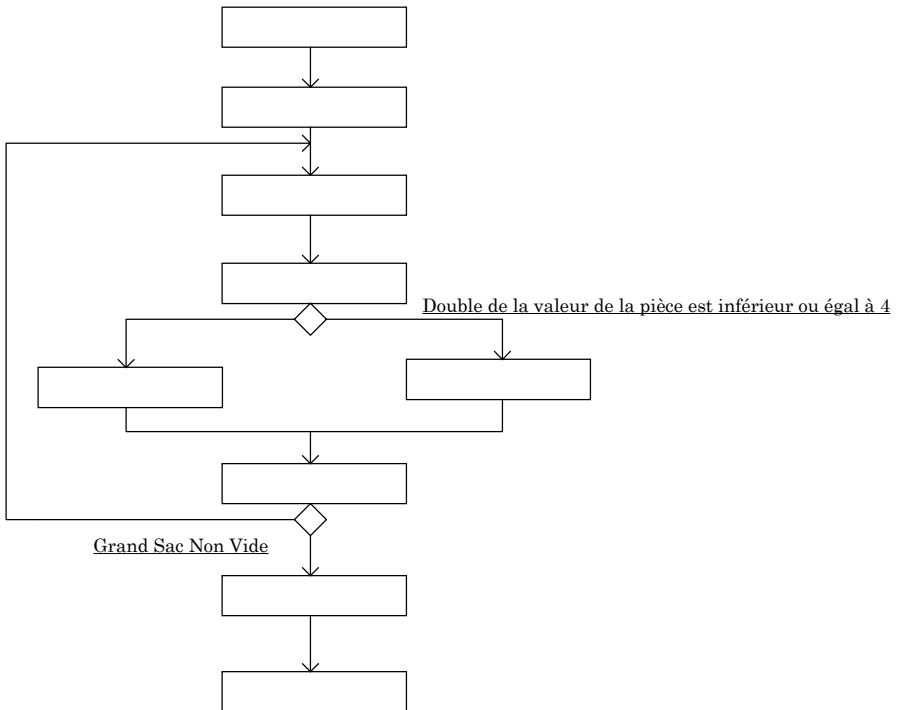
Questions 1 : classez ces étapes dans leur ordre d'exécution.

Réponse : le classement (indiquer le code correspondant) :

- 1 - Etape : _____
- 2 - Etape : _____
- 3 - Etape : _____
- 4 - Etape : _____
- 5 - Etape : _____
- 6 - Etape : _____
- 7 - Etape : _____
- 8 - Etape : _____
- 9 - Etape : _____

Question 2 : à l'aide des étapes précédentes, complétez le schéma suivant en écrivant dans chaque case l'étape correspondante.

Le schéma



Question 3 : le grand sac contient les pièces suivantes : (20 F, 2 F, 1 F, 5 F, 10 F, 2 F, 5 F, 1/2 F). A l'aide du schéma précédent, complétez le schéma suivant et calculez les sommes d'argent se trouvant dans le sac 1 et le sac 2.

Le schéma

