

SOMMAIRE

1) Introduction.....	3
2) La séquence d'algorithmique.....	5
2.1) L'évaluation diagnostique.....	5
2.2) Organisation de la séquence d'algorithmie.....	7
2.3) Bilan de la séquence d'algorithmie.....	8
3) La séance de remédiation.....	9
3.1) Organisation de la séance.....	9
3.2) Exercice 1 : boîtes, boutons et boucles.....	10
3.3) Exercice 2 : instructions conditionnelles imbriquées.....	16
3.4) Exercice 3 : boucles, puissances et programme Scratch.....	22
3.5) Bilan de la séance de remédiation.....	29
4) Conclusion.....	30
BIBLIOGRAPHIE.....	31
Annexe 1 : programme du cycle 3.....	32
Annexe 2 : programme du cycle 4.....	33
Annexe 3 : évaluation diagnostique.....	34
Annexe 4 : analyse évaluation diagnostique.....	36
Annexe 5 : progression séquence algorithmique.....	37
Annexe 5 bis : activité 1 séquence algorithmique.....	38
Annexe 6 : évaluation sommative.....	41
Annexe 7 : analyse évaluation sommative.....	44
Annexe 8 : questionnaire diagnostique.....	45
Annexe 9 : analyse questionnaire pré-remédiation.....	47
Annexe 10 : énoncé 1 séance remédiation.....	48
Annexe 11 : énoncé 2 séance remédiation.....	52

1) Introduction

Avec les nouveaux programmes du collège, l'enseignement de l'algorithme est en plein essor, mais le recul sur la manière de l'enseigner est faible. « La recherche en didactique sur l'enseignement de l'algorithme et de la programmation reste encore très peu développée ; en effet, de tels enseignements ont existé depuis plus de trente ans dans différents pays et ont donné lieu à diverses recherches, mais leur caractère sporadique n'a pas permis de capitaliser des acquis (...) » expliquent ainsi Jean-Baptiste Lagrange et Janine Rogalski¹. À l'heure actuelle, dans les programmes du cycle 3, les références à l'algorithme sont légères (voir annexe 1). Au cycle 4, le sujet semble considéré comme plus important (voir annexe 2), mais il est plutôt question de programmation que d'algorithme. Or « un programme n'est pas exactement un algorithme. Plus précisément un programme est la mise en œuvre d'un ou plusieurs algorithmes dans un langage de programmation donné, et cela fait intervenir beaucoup de notions sans rapport avec l'algorithme (syntaxe du langage, techniques de programmation, etc.) » comme le précisent les membres du Groupe informatique de la CII Lycée de l'IREM de Paris 7.² Il me semble, cependant, que pour le collège, les élèves sont incités à travailler avec des outils, et que le terme « programme » est utilisé, au moins en partie, correctement, car la démarche d'essai-erreur face à l'ordinateur et les tests avec la machine sont privilégiés. Ceci dit, si les élèves doivent être confrontés à l'ordinateur et à l'activité de programmation, il paraît difficile de les laisser se débrouiller seuls sans leur enseigner un minimum les notions d'algorithme telles que les boucles, les instructions conditionnelles ou les variables informatiques.

Cette année, j'ai enseigné à deux classes de niveaux différents au collège Pierre Alviset à Paris V^e : une classe de 6ème et une classe de 4ème. Les compétences demandées en algorithmie au cycle 4 étant plus intéressantes que celle du cycle 3, mon mémoire ne portera que sur les élèves de 4ème. Lors des séances en classe entière, mes élèves sont régulièrement invités à manipuler l'ordinateur de la salle que ce soit pour utiliser un tableur ou le logiciel de géométrie dynamique GeoGebra, et j'organise autant que possible des séances en salle informatique. Mes élèves sont donc habitués à utiliser les ordinateurs comme outils. De plus, au contraire de mes élèves de 6ème, mes 4ème s'étaient déjà servis de Scratch³, logiciel conçu pour apprendre à programmer, mais avec des professeurs de technologie plutôt qu'avec des professeurs de mathématiques. Et ils n'avaient jamais eu de cours formalisés d'algorithme. Pour répondre aux attendus du programme du cycle 4, j'ai choisi de réaliser une séquence sur deux semaines plutôt que de disséminer les séances face à l'ordinateur tout au long de l'année. J'ai aussi choisi d'alterner les activités en débranché (sur

1 *Savoirs, concepts et situations dans les premiers apprentissages en programmation et en algorithme*, article de Jean-Baptiste Lagrange et Janine Rogalski paru dans les *Annales de Didactiques et de Sciences Cognitives*, 2017

2 *Algorithmique et programmation au cycle 4, commentaires et recommandations du Groupe Informatique de la CII Lycée, IREM de l'Université Denis Diderot Paris 7*

3 Scratch est utilisable gratuitement en ligne ou en version locale :<https://scratch.mit.edu/about>

papier) et les travaux pratiques, sans privilégier l'un des types d'activité par rapport à l'autre. J'ai fait ces choix pour plusieurs raisons. D'abord, il me semblait préférable de ne pas trop étaler les séances dans le temps pour aider les élèves à assimiler les notions. Ensuite, j'ai choisi de réaliser une séquence relativement similaire à une séquence de mathématiques (avec du cours et des exercices d'entraînement), pour mettre les notions d'algorithmie et de mathématiques au même niveau. Enfin, et ce sera le sujet de mon mémoire, pour comprendre certains algorithmes, il est indispensable de savoir les lire et les faire tourner à la main. Or mes élèves avaient visiblement du mal à comprendre les algorithmes proposés dès que leur structure était un peu complexe, notamment lorsqu'ils mettaient en jeu des variables. Il m'a donc paru pertinent de ne pas toujours les placer devant un écran allumé. « En pratique, certains élèves ont (...) des difficultés à écouter les consignes ou à interagir entre eux quand ils travaillent sur ordinateur, tant l'écran focalise leur attention » constatent les auteurs de l'ouvrage *1,2,3... Codez !*⁴ Mon problème était de les obliger à lire pas à pas des algorithmes et de réussir à les faire « manipuler » pour les aider à comprendre.

Dans la suite du mémoire, j'utiliserai indifféremment les expressions « Faire tourner à la main » ou « exécuter à la main » ou « exécuter pas à pas » un algorithme. Concrètement, cela signifie que l'on lit instruction par instruction l'algorithme en se demandant ce que fait l'ordinateur à chaque ligne et quelles sont les valeurs des variables avant et après l'exécution de la ligne. Exécuter un algorithme est « une étape essentielle dans l'appropriation d'un algorithme. Pour s'assurer d'une lecture correcte d'un algorithme, l'exécution « à la main » de celui-ci est un indicateur pertinent. Devant un algorithme difficile à appréhender, nous avons tous ressenti le besoin de le « faire tourner à la main » (...) Ce point va s'imposer beaucoup moins naturellement aux élèves, c'est pourquoi il apparaît indispensable de renforcer cette pratique, » comme le précisent Philippe LAC et Malika MORE dans leur article *L'évaluation de l'algorithmique dans l'enseignement des mathématiques au lycée*⁵.

⁴ *1,2,3...Codez !* de Claire Calmet, Mathieu Hirtzig et David Wilgenbus, aux éditions Le Pommier, 2016. Projet pédagogique conçu par la Fondation *La main à la pâte*

⁵ *L'évaluation de l'algorithmique dans l'enseignement des mathématiques au lycée* de Philippe LAC et Malika MORE. Irem de Clermont Ferrand et CII Lycée. Dans Repères - IREM N°106 de janvier 2017.

2) La séquence d'algorithmique

2.1) L'évaluation diagnostique

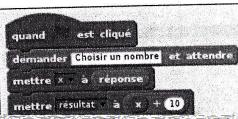
Pour préparer ma séquence d'algorithmie, j'ai commencé par réaliser une courte évaluation diagnostique sous la forme d'un diaporama couleur chronométré (voir annexe 3). Au vu des réponses, il m'a semblé que les élèves avaient une certaine connaissance de Scratch, mais que très peu d'entre eux avaient acquis le vocabulaire lié à l'algorithmie. Ainsi, l'élève 1 ci-dessous ne désigne pas l'instruction « Si ... Alors ... Sinon... » par le terme « instruction conditionnelle » mais met d'abord en avant le nom du menu qui propose cette instruction dans Scratch (« rubrique : contrôle »), avant de parler de « Condition ». Certains élèves se sont d'ailleurs contentés du mot « contrôle » voire « événement » sans mentionner l'idée de « condition ».

Diapositive 5



Comment s'appelle l'instruction

Diapositive 6



Créer une variable
 résultat

quand est cliqué
demander Choisir un nombre et attendre
mettre x à réponse
mettre résultat à x + 10

Copie 1, évaluation diagnostique

Une partie des élèves m'a aussi semblé peu enclue à lire pas à pas un algorithme pour comprendre son objectif. En effet, certains ont compris le programme de tracé d'un carré avec une boucle, mais n'ont pas compris le même programme présenté sous forme d'instructions les unes à la suite des autres sans boucle. C'est le cas des copies 2 et 3 ci-dessous, les élèves ont reconnu le tracé d'un carré avec la boucle « répété 4 fois » (diapositive 4), mais ont proposé « cercle » et « pentagramme » pour le même algorithme sans boucle (diapositive 3).

Diapositive 1

4e B



Comment s'appelle le petit chat ci-contre :

- a) un dessin
- b) un lutin**
- c) un costume

Diapositive 3

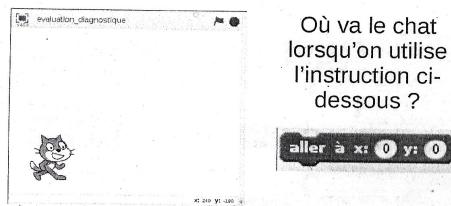


Quel dessin apparaît à l'écran quand on presse la barre d'espace ?

un cercle

Copie 2, évaluation diagnostique

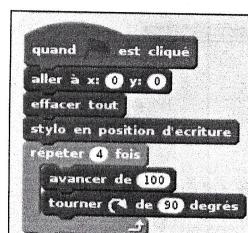
Diapositive 2



Où va le chat lorsqu'on utilise l'instruction ci-dessous ?

aller à x: 0 y: 0

Diapositive 4



Quel dessin apparaît à l'écran quand on clique sur le drapeau vert ?

un carré

Diapositive 1



Comment s'appelle le petit chat ci-contre :

- a) un dessin
- b) un lutin**
- c) un costume

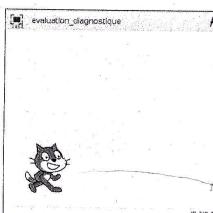
Diapositive 3



Quel dessin apparaît à l'écran quand on presse la barre d'espace ?

*un pentagramme
(une étoile)*

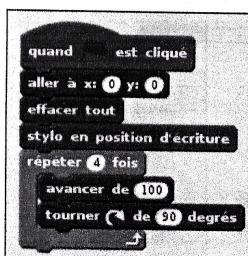
Diapositive 2



Où va le chat lorsqu'on utilise l'instruction ci-dessous ?

aller à x: 0 y: 0

Diapositive 4



Quel dessin apparaît à l'écran quand on clique sur le drapeau vert ?

un carré

Copie 3, évaluation diagnostique

D'autres étaient capables de comprendre les deux programmes de tracé d'un carré, mais avaient du mal à comprendre les deux autres programmes proposés (diapositive 6 et 7). Seuls 8 élèves sur 28 ont ainsi donné la bonne réponse à la diapositive 6, et 11 à la diapositive 7 (voir le détail des résultats en annexe 4). Ces difficultés s'expliquent peut-être, car ces élèves ont été habitués en cours de technologie à être face à un ordinateur et à pouvoir tester les programmes proposés. Ils n'ont pris l'habitude ni de construire mentalement une image de ce que fait un programme ni d'essayer de comprendre un algorithme avec un papier et un crayon. Pour changer leurs habitudes, j'ai décidé de réaliser un cours formalisé d'algorithmie avec des exercices en débranché en plus de séances de programmation.

2.2) Organisation de la séquence d'algorithmie

J'ai donc préparé une séquence abordant différentes notions importantes du programme : « instructions conditionnelles », « boucles », « variables » avec des définitions, des exemples et des feuilles d'exercices « papier-crayon » en parallèle d'un projet sur ordinateur de construction d'un jeu de Pong, projet inspiré d'Éduscol⁶ (voir la progression de la séquence en annexe 6).

J'ai aussi proposé deux activités introductives. La première servait à travailler la lecture pas à pas d'un programme en guidant les élèves (voir annexe 6 bis) et à réactiver leurs connaissances sur l'abscisse et l'ordonnée d'un lutin. La deuxième a servi à mettre en place le projet Pong, en définissant avec les élèves les spécifications du jeu à coder. Aucune autre activité introductory n'a été proposée aux élèves pour les différentes notions. J'ai pensé que cela n'était pas utile, car ils avaient tous déjà rencontré des boucles, des instructions conditionnelles et des variables dans leur maniement de Scratch. Rétrospectivement, faire des activités introductives aurait sans doute été une bonne idée, a minima pour remobiliser les connaissances des élèves, voire pour corriger certaines conceptions erronées.

Lors des corrections des exercices papier-crayon au tableau, les algorithmes ont été déroulés à la main pas à pas avec utilisation de couleurs différentes pour distinguer les valeurs successives des variables ou les différents blocs d'instructions. Les séances ont eu lieu en général en salle informatique en classe entière, mais les élèves devaient éteindre les écrans des ordinateur lors des activités débranchées. Malgré cela, l'attention des élèves m'a semblé plus limité que dans une salle de classe classique. Il aurait sans doute été préférable d'alterner les séances en salle informatique dédiées au projet Pong et les séances sans ordinateur pour le cours et les exercices papier-crayon.

⁶ *Algorithmique et programmation*, ressource Éduscol pour le cycle 4
http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Algorithmique_et_programmation/67/9/RA16_C4_MATH_algorithmique_et_programmation_N.D_551679.pdf

2.3) Bilan de la séquence d'algorithmie

En fin de chapitre, j'ai réalisé une évaluation d'une heure sur table dont le sujet a été écrit après lecture de l'article *L'évaluation de l'algorithmique dans l'enseignement des mathématiques au lycée* de Philippe LAC et Malika MORE⁷. L'exercice 8 du contrôle a ainsi été récupéré intégralement de l'article. Les exercices 2 et 6 ont, quant à eux, été adaptés d'exercices trouvés dans des manuels de 4^e (notamment l'exercice numéro 21 page 241 du manuel Delta Maths 4^e (2016) aux éditions Magnards). Dans l'exercice 2, les élèves doivent corriger un programme utilisant une instruction conditionnelle et comportant une erreur. Dans l'exercice 6, ils doivent interpréter certains changements dans un algorithme utilisant une boucle. Seuls des programmes Scratch et non des algorithmes étaient proposés aux élèves lors de l'évaluation, car ils ont l'habitude de manipuler le logiciel et je pensais que cela faciliterait leur compréhension. Pour cette même raison, les énoncés ont été imprimés et distribués en couleur. Mais les élèves n'ont pas semblé plus à l'aise avec les scripts Scratch qu'avec les algorithmes proposés lors de la séance de remédiation.

Cette évaluation a posé problème à de nombreux élèves pour plusieurs raisons qui m'ont empêchée de comprendre d'où venaient les difficultés des élèves. L'énoncé était beaucoup trop long. Le contrôle a eu lieu juste avant des vacances et les élèves étaient fatigués. Les exercices mélangeaient des notions algorithmiques et des notions mathématiques nouvelles, notamment sur les puissances (voir annexe 6). La séquence d'algorithmie ayant immédiatement suivi celle sur les puissances. Le mélange entre mathématiques et algorithmie en cours d'acquisition m'avait semblé une bonne idée au départ, mais il s'est avéré peu judicieux. Les notions abordées n'étaient pas suffisamment maîtrisées par mes élèves de collège, et certains n'ont pas du tout abordé la partie algorithmique, ce qui m'a empêchée de les évaluer sur ce point. Sur 28 élèves, 2 ont répondu correctement à l'ensemble des exercices d'algorithmie, 5 autres ont réussi deux exercices sur trois, et 6 n'ont pas du tout essayé d'y répondre (voir un bref récapitulatif des résultats en annexe 7). Ces résultats ne me semblent pas satisfaisants, j'ai décidé d'organiser d'une séance de remédiation.

⁷ *L'évaluation de l'algorithmique dans l'enseignement des mathématiques au lycée* de Philippe LAC et Malika MORE. Irem de Clermont Ferrand et CII Lycée. Dans Repères - IREM N°106 de janvier 2017.

3) La séance de remédiation

3.1) Organisation de la séance

Suite à l'évaluation, j'ai distribué un questionnaire issu de la thèse de Béatrice Mejias-Dayoub⁸ (voir annexe 8). Il s'agissait de vérifier la compréhension des structures alternatives (conditionnelles) et répétitives (boucles) des élèves pour préparer une séance de remédiation correctement ciblée (voir une brève présentation des résultats en annexe 9). Vu l'écart entre les réponses plutôt correctes au questionnaire (sauf le dernier exercice plus complexe), et les mauvaises réponses du contrôle, j'ai supposé qu'ils avaient une compréhension basique des instructions conditionnelles et des boucles dans un programme, mais qu'ils avaient du mal à appliquer leurs connaissances à des programmes plus compliqués. J'ai donc décidé de faire une séance de remédiation pour expliquer en détails aux élèves comment exécuter à la main un algorithme. L'objectif était aussi de les persuader de l'intérêt de dérouler pas à pas un programme difficile à comprendre d'emblée, surtout lorsque des variables sont en jeu. Pour forcer les élèves à « manipuler » des algorithmes, j'ai distribué des boîtes en carton contenant, selon les exercices, des boutons ou des cartes plastifiées avec des nombres (voir l'illustration 1).

La séance s'est déroulée en demi-groupe sur deux jours différents. J'ai proposé aux élèves de travailler en binôme lors de la première séance. Mais une partie des binômes n'a pas bien fonctionné (les copies étaient trop copié-collé l'une de l'autre et un seul élève semblait travailler). Le lendemain, j'ai donc choisi de placer les élèves seuls. Par ailleurs, quelques élèves n'avaient pas à répondre aux questionnaires, mais devaient finaliser leur programme Pong, car ils avaient en grande partie réussi la partie algorithmique de l'évaluation sommative et aucune remédiation ne leur était nécessaire.

Les deux séances ayant eu lieu deux jours différents, cela m'a permis de légèrement adapter l'énoncé pour la deuxième. Celui-ci comportait trois exercices avec des questions très guidées pour tenter de les amener à exécuter pas à pas les algorithmes. J'ai essayé de les obliger à lire instruction par instruction les algorithmes en leur demandant d'écrire ce qu'ils faisaient avec les boîtes ou en leur demandant de remplir un tableau (exercice 3).

⁸ *Difficultés conceptuelles dans l'écriture d'algorithmes itératifs chez des élèves de collège*, thèse de Béatrice Mejias-Dayoub. HAL Id : tel-00316715. Université Joseph-Fourier Grenoble I, 1985



Illustration 1: Matériel utilisé lors de la séance de remédiation

3.2) Exercice 1 : boîtes, boutons et boucles

L'exercice 1 avait notamment comme objectif de familiariser les élèves avec la manipulation des boîtes. L'algorithme proposé était simple et les notions mises en jeu relativement bien maîtrisées par les élèves. Lors de la séance, une partie des élèves a d'ailleurs hésité à répondre à certaines questions sous prétexte que c'était trop simple. Ils semblaient douter avoir compris la question.

L'énoncé était le suivant (voir les annexes 10 et 11 pour les deux versions de l'énoncé) :

Tu as à ta disposition 2 boîtes, la première a un couvercle carré, la deuxième un couvercle ovale. Pour commencer, la boîte « carrée » contient 3 boutons, la boîte « ovale » aucune.

1) Suis les instructions de l'**algorithme 1** ci-dessous :

Prends un bouton dans la boîte carrée

Mets le bouton dans la boîte ovale

Prends un bouton dans la boîte carrée

Mets le bouton dans la boîte ovale

Prends un bouton dans la boîte carrée

Mets le bouton dans la boîte ovale

2) À quoi sert l'algorithme 1 ?

3) Suis maintenant les instructions de l'**algorithme 2** ci-dessous :

RÉPÈTE Jusqu'à ce que la boîte ovale soit vide

Prends un bouton dans la boîte ovale

Mets le bouton dans la boîte carrée

4) Combien de boutons ont changé de boîte lors de l'exécution de l'algorithme 2 ?

Pourquoi as-tu arrêté de prendre un bouton dans la boîte ovale ?

À quoi sert l'algorithme 2 ?

5) Entoure la ou les instructions qui se répètent dans l'algorithme 1.

Puis réécris l'algorithme 1 en utilisant l'instruction RÉPÈTE comme dans l'algorithme 2.

Quasiment tous les élèves ont réussi à faire entièrement cet exercice. Seule la première partie de la question 5 a posé problème, les élèves n'ayant pas toujours bien compris ce qu'ils devaient entourer. Cette question était inspirée par l'article de Philippe LAC et Malika MORE, dans lequel ils proposent de donner des questions aux élèves du type « encadrer la (ou les) structures itératives » d'un algorithme particulier. La question a désarçonné un certain nombre d'élèves qui m'ont demandé ce qu'ils étaient censés faire. Je n'ai fait que répéter l'énoncé « il faut entourer les instructions (ou les lignes) qui se répètent » en pointant vers l'algorithme proposé. Et cela a été suffisant. À l'avenir je proposerai sans doute ce type d'exercice dans une activité d'introduction aux boucles lors du cours, voire lors d'exercices papier-crayon.

J'attendais des élèves qu'ils entourent ensemble les deux instructions suivantes :

« Prends un bouton dans la boîte carrée

Mets le bouton dans la boîte ovale »

Comme l'élève ci-dessous :

<p>NOM Prénom :</p> <p>Exercice 1 :</p> <p>Tu as à ta disposition 2 boîtes, la première a un couvercle carré, la deuxième un couvercle ovale. Pour commencer, la boîte « carrée » contient 3 boutons, la boîte « ovale » aucun.</p> <p>1) Suis les instructions de l'algorithme 1 ci-dessous :</p> <p>Prends un bouton dans la boîte carrée Mets le bouton dans la boîte ovale Prends un bouton dans la boîte carrée Mets le bouton dans la boîte ovale Prends un bouton dans la boîte carrée Mets le bouton dans la boîte ovale</p> <p>2) A quoi sert l'algorithme 1 ? <i>Il sert à transférer les boutons d'une boîte à l'autre.</i></p> <p>3) Suis maintenant les instructions de l'algorithme 2 ci-dessous :</p> <p>RÉPÈTE Jusqu'à ce que la boîte ovale soit vide Prends un bouton dans la boîte ovale Mets le bouton dans la boîte carrée</p> <p>4) Combien de boutons ont changé de boîte lors de l'exécution de l'algorithme 2 ? <i>3.</i></p> <p>Pourquoi as-tu arrêté de prendre un bouton dans la boîte ovale ? <i>Quand il n'y a plus rien à prendre.</i></p>	<p>NOM Prénom :</p> <p>Exercice 2 :</p> <p>A quoi sert l'algorithme 2 ? <i>Il sert à faire sortir les boutons, peu importe la boîte.</i></p> <p>5) Entoure la ou les instructions qui se répètent dans l'algorithme 1. Puis réécris l'algorithme 1 en utilisant l'instruction RÉPÈTE comme dans l'algorithme 2.</p> <p>Répète jusqu'à ce que la boîte 1 soit vide Prends un bouton de la boîte 1 Mets le bouton dans la boîte 0</p>
---	--

Copie de l'élève 1, exercice 1

Mais beaucoup d'élèves ont choisi d'entourer (ou de marquer) toutes les itérations en distinguant la première de la deuxième instruction soit par un code graphique, soit par un code couleur. L'élève 2 ci-dessous a ainsi surligné en vert « Prends un bouton dans la boîte carrée », et surligné en bleu « met un bouton dans la boîte ovale », mais a choisi d'entourer toutes les itérations.

<p>Exercice 1 :</p> <p>Tu as à ta disposition 2 boîtes, la première a un couvercle carré, la deuxième un couvercle ovale. Pour commencer, la boîte « carrée » contient 3 boutons, la boîte « ovale » aucun.</p> <p>1) Suis les instructions de l'algorithme 1 ci-dessous :</p> <p>Prends un bouton dans la boîte carrée Mets le bouton dans la boîte ovale Prends un bouton dans la boîte carrée Mets le bouton dans la boîte ovale Prends un bouton dans la boîte carrée Mets le bouton dans la boîte ovale</p> <p>2) A quoi sert l'algorithme 1 ? <i>Il faut déplacer les 3 boutons de la boîte carrée dans la boîte ovale.</i></p> <p>3) Suis maintenant les instructions de l'algorithme 2 ci-dessous :</p> <p>RÉPÈTE Jusqu'à ce que la boîte ovale soit vide Prends un bouton dans la boîte ovale Mets le bouton dans la boîte carrée</p> <p>4) Combien de boutons ont changé de boîte lors de l'exécution de l'algorithme 2 ? <i>Il y en a 3 car l'action "mettre" va évidemment dans ce qu'on mettra tous les boutons.</i></p> <p>Pourquoi as-tu arrêté de prendre un bouton dans la boîte ovale ? <i>Cette boîte est vide.</i></p>	<p>A quoi sert l'algorithme 2 ? <i>mettre tous les boutons dans la boîte ovale.</i></p> <p>5) Entoure la ou les instructions qui se répètent dans l'algorithme 1. Puis réécris l'algorithme 1 en utilisant l'instruction RÉPÈTE comme dans l'algorithme 2.</p> <p>RÉPÈTE jusqu'à boîte vide Prends le bouton dans la boîte carrée Mets le bouton dans la boîte ovale</p>
--	--

Copie de l'élève 2, exercice 1

Ceci dit, tous ces élèves ont compris quelle était la structure répétitive de l'algorithme, et ont correctement répondu à la dernière question sur l'utilisation de l'instruction RÉPÈTE. Mais certains élèves comme l'élève 2 n'ont pas toujours été assez rigoureux. La condition d'arrêt « jusqu'à boîte vide » n'est pas assez précise puisqu'on ne sait pas de quelle boîte il s'agit, même si on comprend bien qu'il s'agit de la boîte carrée. L'élève 2 a par la suite très mal interprété la boucle de l'exercice 3 comme nous le verrons plus tard.

Quelques élèves sont passés à côté de la question. Une élève n'a pas répondu à la question et deux autres (en binôme) ont mal répondu (voir la copie de l'élève 3), mais cela ne les a pas empêchés de répondre correctement à la question 5. Ceci dit ces deux derniers élèves ont eu des difficultés à résoudre les exercices 2 et 3.

Exercice 1 :

Tu as à ta disposition 2 boîtes, la première a un couvercle carré, la deuxième un couvercle ovale. Pour commencer, la boîte « carrée » contient 3 boutons, la boîte « ovale » aucun.

1) Suis les instructions de l'**algorithme 1** ci-dessous :

Prends un bouton dans la boîte carrée
Mets le bouton dans la boîte ovale
Prends un bouton dans la boîte carrée
Mets le bouton dans la boîte ovale
Prends un bouton dans la boîte carrée
Mets le bouton dans la boîte ovale

2) A quoi sert l'algorithme 1 ?

L'algorithme 1 sert à transférer les boutons de la boîte carrée vers la boîte ovale.

3) Suis maintenant les instructions de l'**algorithme 2** ci-dessous :

RÉPÈTE Jusqu'à ce que la boîte ovale soit vide
 Prends un bouton dans la boîte ovale
 Mets le bouton dans la boîte carrée

4) Combien de boutons ont changé de boîte lors de l'exécution de l'algorithme 2 ?

Il y a 3 boutons qui ont changé de boîte lors de l'exécution de l'algorithme 2.

Pourquoi as-tu arrêté de prendre un bouton dans la boîte ovale ?

J'ai arrêté de prendre des boutons dans la boîte ovale car elle était vide et que tout les autres étaient dans la boîte carrée.

A quoi sert l'algorithme 2 ?

L'algorithme 2 sert à transférer les boutons de la boîte ovale vers la boîte carrée.

5) Entoure la ou les instructions qui se répètent dans l'algorithme 1. Puis réécris l'algorithme 1 en utilisant l'instruction RÉPÈTE comme dans l'algorithme 2.

*RÉPÈTE jusqu'à ce que la boîte ovale soit vide
 Prends un bouton dans la boîte ovale
 Mets le bouton dans la boîte carrée*

Copie de l'élève 3, exercice 1

Le fait qu'ils entourent « Prends un bouton » et pas « dans la boîte carrée » laisse penser qu'ils ne lisent que partiellement les instructions (ce que nous verrons sur la copie du même élève de l'exercice 2). Et ils n'ont pas l'air de faire de distinction entre « Prends un bouton » et « Mets un bouton », je suppose qu'ils ont cherché une unique expression qui se serait répétée dans tout l'algorithme.

Enfin à la dernière question, la plupart des élèves ont répondu comme l'élève 3. Leur réponse reproduisant globalement l'algorithme 2 proposé (y compris dans le formatage), il est difficile de savoir s'ils seraient capables de réutiliser l'instruction dans un autre contexte. L'énoncé aurait peut-être dû éviter de préciser « comme dans l'algorithme 2 ».

Certains élèves n'ont pas reproduit l'algorithme 2 comme l'élève 4 (utilisation de « Répète indéfiniment ») et l'élève 5 (l'instruction RÉPÈTE se situe après les deux instructions à répéter plutôt qu'avant).

Exercice 1 :

Tu as à ta disposition 2 boîtes, la première a un couvercle carré, la deuxième un couvercle ovale. Pour commencer, la boîte « carrée » contient 3 boutons, la boîte « ovale » aucun.

1) Suis les instructions de l'**algorithme 1** ci-dessous :

Prends un bouton dans la boîte carrée
Mets le bouton dans la boîte ovale
Prends un bouton dans la boîte carrée
Mets le bouton dans la boîte ovale
Prends un bouton dans la boîte carrée
Mets le bouton dans la boîte ovale

2) A quoi sert l'algorithme 1 ?

J'observe, que j'ai mis tous les boutons dans la boîte ovale et qu'il n'y a plus de boutons dans la boîte carrée

3) Suis maintenant les instructions de l'**algorithme 2** ci-dessous :

RÉPÈTE jusqu'à ce que la boîte ovale soit vide
Prends un bouton dans la boîte ovale
Mets le bouton dans la boîte carrée

4) Combien de boutons ont changées de boîte lors de l'exécution de l'algorithme 2 ?

Il y a 3 boutons qui ont changé de boîte lors de l'exécution de l'algorithme 2.

Pourquoi as-tu arrêté de prendre un bouton dans la boîte ovale ?

J'ai arrêté de prendre dans la boîte ovale un bouton car la boîte ovale est vide.

A quoi sert l'algorithme 2 ?

L'algorithme 2 sert, à moins nous fatiguer à toujours répéter les mêmes phrases

5) Entoure la ou les instructions qui se répètent dans l'algorithme 1. Puis réécris l'algorithme 1 en utilisant l'instruction RÉPÈTE comme dans l'algorithme 2.

Répète indéfiniment jusqu'à ce que la boîte ovale soit vide
Prend un bouton dans la boîte carrée
Mets le bouton dans la boîte ovale.

Copie de l'élève 4, exercice 1

L'élève 4 a mal compris la question « à quoi sert l'algorithme 2 ? ». Elle a plutôt répondu à la question « à quoi sert l'instruction RÉPÈTE ? ». Enfin, l'utilisation du « Répète indéfiniment » est discutable puisque la condition d'arrêt se situe juste après. Cela provient sans doute d'un mélange de deux types de boucle proposés dans Scratch. En effet, Scratch propose trois types de boucles :



Il s'agissait ici d'utiliser « répéter jusqu'à » mais l'élève a mélangé les deux derniers types de boucle.

Les réponses de l'élève 5 ci-dessus montrent qu'il a du mal à prendre du recul vis-à-vis de l'algorithme. Il ne répond pas non plus à la question « à quoi sert l'algorithme ? », il fait une sorte de paraphrase de l'algorithme au lieu d'en comprendre le but (changer les boutons de boîte).

Exercice 1 :

Tu as à ta disposition 2 boîtes, la première a un couvercle carré, la deuxième un couvercle ovale. Pour commencer, la boîte « carrée » contient 3 boutons, la boîte « ovale » aucune.

1) Suis les instructions de l'**algorithme 1** ci-dessous :

Prends un bouton dans la boîte carrée

Mets le bouton dans la boîte ovale

Prends un bouton dans la boîte carrée

Mets le bouton dans la boîte ovale

Prends un bouton dans la boîte carrée

Mets le bouton dans la boîte ovale

2) A quoi sert l'algorithme 1 ?
Cela permet de changer les boutons de la boîte carrée

3) Suis maintenant les instructions de l'**algorithme 2** ci-dessous :

RÉPÈTE JUSQU'À ce que la boîte ovale soit vide

Prends un bouton dans la boîte ovale

Mets le bouton dans la boîte carrée

4) Combien de boutons ont changé de boîte lors de l'exécution de l'algorithme ?
tous les boutons ont changé de boîte lors de l'exécution de l'algorithme 2

Pourquoi as-tu arrêté de prendre un bouton dans la boîte ovale ?
J'ai arrêté d'arrêter car l'algorithme est fini

A quoi sert l'algorithme 2 ?

...l'algorithme 2 sert à déplacer un bouton de la boîte ovale et de le mettre dans la boîte carrée jusqu'à ce que la boîte ovale soit vide.

5) Entoure la ou les instructions qui se répètent dans l'algorithme 1.

Puis réécris l'algorithme 1 en utilisant l'instruction RÉPÈTE comme dans l'algorithme 2.

Prends un bouton de la boîte carrée
mets le bouton dans la boîte ovale
répète jusqu'à ce que la boîte carrée soit vide

Copie de l'élève 5, exercice 1

De même, il interprète mal la condition d'arrêt de la boucle. Au lieu d'écrire comme la plupart des élèves qu'il arrête de prendre un bouton dans la boîte, car elle est vide, il parle de la fin de l'algorithme. Lors du cours, je n'avais pas donné de définition formelle, mais uniquement oral d'un algorithme, et cela a peut-être manqué à cet élève. Enfin, pour répondre à la question 5, il semble avoir lu ligne par ligne l'algorithme 1 pour finir par l'instruction RÉPÈTE, mais sans nécessairement en comprendre le sens. Cet élève n'a malheureusement pas fait l'exercice 3. Dans ce contexte, sa réponse est tout à fait correcte même s'il n'a pas utilisé la même structure de boucle que l'algorithme proposé, mais cette manière d'utiliser l'instruction RÉPÈTE correspond à une erreur souvent rencontrée à l'exercice 3, comme nous le verrons plus tard.

En conclusion, l'exercice 1 semble avoir bien joué son rôle : les élèves ont manipulé le matériel fourni en changeant les boutons un à un de boîte. Ils ont donc lu pas à pas l'algorithme 1. La plupart d'entre eux ont aussi réussi à comprendre la condition d'arrêt de la boucle « la boîte est vide » ainsi que l'objectif de l'algorithme « changer les boutons de boîte ». Ceci dit, dans cet exercice les boîtes ne peuvent pas être facilement assimilées à des variables informatiques (sauf à les comparer à des listes, mais les élèves ne sont pas nécessairement très familiers des listes).

3.3) Exercice 2 : instructions conditionnelles imbriquées

L'exercice 2 avait pour objectif d'aider les élèves à résoudre l'exercice 8 du contrôle que peu d'élèves avaient abordé (voir l'énoncé en annexe 6 et analyse de l'évaluation en annexe 7). Ce dernier avait pour sujet les instructions conditionnelles imbriquées. Il se présentait sous la forme d'un programme à compléter, et il suffisait de répondre au hasard par « positif » et « négatif » pour espérer gagner des points. Malgré cela, cet exercice a été très peu fait par les élèves. J'ai d'abord pensé que les élèves n'avaient pas répondu, car l'exercice arrivait trop tard dans l'énoncé et que le programme pouvait paraître long à lire. Il s'agissait d'appliquer la règle des signes pour la multiplication de deux nombres relatifs. Mais la séance de remédiation m'a fait comprendre que les instructions conditionnelles simples peuvent être comprises par les élèves sans qu'ils soient capables de les utiliser dans des contextes plus difficiles.

Pour répondre aux questions de l'exercice 2, les élèves avaient à leur disposition les deux boîtes de l'exercice précédent contenant chacune une carte avec un numéro parmi les nombres suivants : -5 ; -3 ; 8 et 11. L'énoncé était le suivant (voir les annexes 11 et 12 pour une comparaison des deux versions) :

Exercice 2 :

Tu as à ta disposition 2 boîtes (l'une au couvercle carré, l'autre au couvercle ovale) avec chacune une carte à l'intérieur sur laquelle est écrit un nombre.

1) On cherche à écrire un algorithme qui mette en œuvre la règle des signes du produit de deux nombres relatifs.

Pour rappel : lorsqu'on multiplie deux nombres relatifs ;

- si les deux nombres sont de même signe, alors le produit est positif
- si les deux nombres sont de signe contraire, alors le produit est négatif

Algorithme à compléter :

SI le nombre contenu dans la boîte carrée est supérieur à zéro

ALORS

Si le nombre contenu dans la boîte ovale est supérieur à zéro

ALORS dire « le produit des deux nombres est »

SINON dire « le produit des deux nombres est »

SINON

Si le nombre contenu dans la boîte ovale est supérieur à zéro

ALORS dire « le produit des deux nombres est »

SINON dire « le produit des deux nombres est »

Suis les instructions de l'algorithme ci-dessus en manipulant les deux boîtes fournies.

Écris ce que tu fais. Quelle boîte ouvres-tu ? Quel nombre se trouve dans la boîte que tu viens d'ouvrir ? Quelle question dois-tu te poser et quelle réponse y apportes-tu ? À la fin, complète les pointillés par « positif » ou « négatif ».

2) Teste l'algorithme que tu as complété avec d'autres nombres en mettant des cartes différentes dans les boîtes (tu peux créer tes propres cartes). N'oublie pas de mettre des nombres de différents signes dans les boîtes. Ton algorithme te semble-t-il bon ? Pourquoi ?

Lors de la première séance, beaucoup d'élèves ont été désarçonnés par la suite de questions du 1), j'ai donc décidé de changer l'énoncé pour le deuxième groupe, et de poser moins de questions :

Suis les instructions de l'algorithme ci-dessus en manipulant les deux boîtes fournies. Écris ce que tu fais. À la fin, complète les pointillés par « positif » ou « négatif ».

Mais cela n'a pas réellement amélioré les choses. Les élèves ont eu du mal à comprendre qu'il leur était uniquement demandé d'écrire ce qu'ils étaient en train de faire avec les boîtes, quelles questions ils se posaient, comment ils y répondaient, par quel chemin ils passaient.

Une élève a été particulièrement bloquée par l'exercice (voir la copie de l'élève 6). Elle était capable de répondre à mes questions : « quand tu lis la première ligne de l'algorithme que fais-tu ? », « Que trouves-tu dans la boîte ? » « Quelle question te poses-tu ? Et comment y réponds-tu ? ». Mais quand je lui demandais d'écrire ce qu'elle faisait, elle ne semblait plus capable de le faire seule. Et elle n'a d'ailleurs pas été capable d'aller plus loin.

Le ALORS écrit en lettres majuscules avant son texte laisse penser que la structure de l'algorithme lui posait problème, elle n'a d'ailleurs pas réussi à remplir les trous de l'algorithme. L'algorithme est correctement rempli dans le ALORS principal mais pas dans le SINON. Cette élève a réussi le premier exercice tout en étant incapable de comprendre le deuxième. Proposer un énoncé avec d'abord une instruction conditionnelle simple SI... ALORS... avant une structure plus compliquée l'aurait sans doute aidée.

Exercice 2 :

Tu as à ta disposition 2 boîtes (l'une au couvercle carré, l'autre au couvercle ovale) avec chacune une carte à l'intérieur sur laquelle est écrit un nombre.

- 1) On cherche à écrire un algorithme qui mette en œuvre la règle des signes du produit de deux nombres relatifs.

Pour rappel : lorsqu'on multiplie deux nombres relatifs :

- si les deux nombres sont de même signe, alors leur produit est positif
- si les deux nombres sont de signe contraire, alors leur produit est négatif

Algorithme à compléter :

SI le nombre contenu dans la boîte carrée est supérieur à zéro

ALORS

Si le nombre contenu dans la boîte ovale est supérieur à zéro

ALORS dire « le produit des deux nombres est »

SINON dire « le produit des deux nombres est »

SINON

Si le nombre contenu dans la boîte ovale est supérieur à zéro

ALORS dire « le produit des deux nombres est »

SINON dire « le produit des deux nombres est »

Suis les instructions de l'algorithme ci-dessus en manipulant les deux boîtes fournies. Écris ce que tu fais. À la fin, complète les pointillés par « positif » ou « négatif ».

ALORS
Je regarde dans la boîte carré si le nombre
je trouve 8
8 est supérieur à zéro
Je regarde dans la boîte ovale je trouve -5
-5 est inférieur à zéro

Copie de l'élève 6, exercice 2

- 2) Teste l'algorithme que tu as complété avec d'autres nombres en mettant des cartes différentes dans les boîtes (tu peux créer tes propres cartes). N'oublie pas de mettre des nombres de différents signes dans les boîtes.

Ton algorithme te semble-t-il bon ?

D'autres élèves n'ont pas compris comment lire la suite des deux instructions. Ils ne comprenaient pas ce qu'ils devaient faire après le premier SI et avaient tendance à passer directement au deuxième ALORS ou au deuxième SINON. Ils ont souvent mal rempli l'algorithme. Le statut du ALORS et du SINON semble mal compris comme pour l'élève 6 ci-dessous.

Pour rappel : lorsqu'on multiplie deux nombres relatifs :

- si les deux nombres sont de même signe, alors leur produit est positif
- si les deux nombres sont de signe contraire, alors leur produit est négatif

Algorithme à compléter :

SI le nombre contenu dans la boîte carrée est supérieur à zéro
ALORS

Si le nombre contenu dans la boîte ovale est supérieur à zéro
ALORS dire « le produit des deux nombres est »
SINON dire « le produit des deux nombres est »

SINON

Si le nombre contenu dans la boîte ovale est supérieur à zéro
ALORS dire « le produit des deux nombres est »
SINON dire « le produit des deux nombres est »

Suis les instructions de l'algorithme ci-dessus en manipulant les deux boîtes fournies. Écris ce que tu fais. À la fin, complète les pointillés par « positif » ou « négatif ».

- 1) J'ouvre la boîte carrée
- 2) Je lis le chiffre dans la boîte carrée
- 3) Puis j'ouvre la boîte ovale
- 4) Je lis le chiffre dans la boîte ovale
- 5) Je regarde si le produit sera positif ou négatif.

Copie de l'élève 4, exercice 2

2) Teste l'algorithme que tu as complété avec d'autres nombres en mettant des cartes différentes dans les boîtes (tu peux créer tes propres cartes). N'oublie pas de mettre des nombres de différents signes dans les boîtes.

Ton algorithme te semble-t-il bon ?

Oui, mon algorithme me semble bon.

Enfin, certains élèves ont visiblement compris l'intérêt d'exécuter pas à pas et de tester avec différentes valeurs, comme les élèves 1, 2 et 7. Mais peu d'élèves ont tenté de préciser par quel chemin ils « passaient » comme l'élève 2 ci-dessous.

Algorithme à compléter :

SI le nombre contenu dans la boîte carrée est supérieur à zéro
ALORS

Si le nombre contenu dans la boîte ovale est supérieur à zéro
ALORS dire « le produit des deux nombres est »
SINON dire « le produit des deux nombres est »

SINON

Si le nombre contenu dans la boîte ovale est supérieur à zéro
ALORS dire « le produit des deux nombres est »
SINON dire « le produit des deux nombres est »

Suis les instructions de l'algorithme ci-dessus en manipulant les deux boîtes fournies. Écris ce que tu fais. Quelle boîte ouvres-tu ? Quel nombre se trouve dans la boîte que tu viens d'ouvrir ? Quelle question dois-tu te poser et quelle réponse y apportes-tu ? À la fin, complète les pointillés par « positif » ou « négatif ».

11 > 0 = boîte carrée, donc je passe dans le ALORS
on ouvre la boîte ovale et on a $-3 < 0$ = boîte ovale donc en passe à SINON

2) Teste l'algorithme que tu as complété avec d'autres nombres en mettant des cartes différentes dans les boîtes (tu peux créer tes propres cartes). N'oublie pas de mettre des nombres de différents signes dans les boîtes. Ton algorithme te semble-t-il bon ? Pourquoi ?

-16 = carré
-32 = ovale c'est négatif
46 = ovale c'est positif
13 = carré c'est positif

Copie de l'élève 2, exercice 2

L'élève 7 a pris du recul avec sa démarche, en supposant que deux tests n'étaient pas suffisants. Avec quatre chemins, il aurait mieux valu tester quatre jeux de valeurs. Ceci dit, elle n'a peut-être fait que deux tests au lieu de quatre à cause d'une ambiguïté dans l'énoncé. La phrase « N'oublie pas de mettre des nombres de

différents signes dans les boîtes » a pu être interprétée par certains élèves dans le sens : « n'oublie pas de mettre des nombres de signes différents dans les boîtes ». Autrement dit, les deux nombres choisis ne devaient pas être de même signe, ce qui n'était bien sûr pas le cas.

SI le nombre contenu dans la boîte carrée est supérieur à zéro
ALORS
Si le nombre contenu dans la boîte ovale est supérieur à zéro
ALORS dire « le produit des deux nombres est »
SINON dire « le produit des deux nombres est »
SINON
Si le nombre contenu dans la boîte ovale est supérieur à zéro
ALORS dire « le produit des deux nombres est »
SINON dire « le produit des deux nombres est »

Suis les instructions de l'algorithme ci-dessus en manipulant les deux boîtes fournies. Écris ce que tu fais. À la fin, complète les pointillés par « positif » ou « négatif ».

Je prend une carte dans la boîte carré.
Le chiffre indiqué est inférieur à zéro
Je prend une autre carte dans la boîte ovale.
Le chiffre indiqué est supérieur à zéro.
Donc je peux dire que le produit de ces deux chiffres est négatif.

Ton algorithme te semble-t-il bon ?

S'ai pris une carte dans la boîte carré qui indique un chiffre supérieur à zéro (11) et une carte dans la boîte ovale qui indique un nombre supérieur à zéro (8), donc le produit de deux nombres est positif (88).

Mon algorithme me semble bon, même si je n'ai fait que deux tests) les instructions correspondent à mes fait et gestes et mes conclusions.

Copie d'élève 7, exercice 2

L'élève 1 est la seule à s'être posée la question du statut du zéro dans cet algorithme et la seule à avoir tenté de tester tous les cas possibles, mais en oubliant visiblement un cas : premier nombre positif, deuxième nombre négatif. De plus, cette élève a confondu somme et produit, elle a correctement géré les distances à zéro des additions, mais elle leur a appliqué la règle des signes de la multiplication. Enfin, elle est la seule à avoir construit un jeu de cartes (elle avait écrit des nombres sur des bouts de papier, pour les placer dans les boîtes et faire les tests), c'était la seule élève à ne pas être en binôme lors de la première séance.

Algorithme à compléter :

SI le nombre contenu dans la boîte carrée est supérieur à zéro
ALORS
 Si le nombre contenu dans la boîte ovale est supérieur à zéro
 ALORS dire « le produit des deux nombres est»
 SINON dire « le produit des deux nombres est»
SINON
 Si le nombre contenu dans la boîte ovale est supérieur à zéro
 ALORS dire « le produit des deux nombres est»
 SINON dire « le produit des deux nombres est»

Suis les instructions de l'algorithme ci-dessus en manipulant les deux boîtes fournies. Écris ce que tu fais. Quelle boîte ouvres-tu ? Quel nombre se trouve dans la boîte que tu viens d'ouvrir ? Quelle question dois-tu te poser et quelle réponse y apportes-tu ? À la fin, complète les pointillés par « positif » ou « négatif ».

- le carré, puis l'ovale
- Tu as 11 et tu as -3 positif
- positif
- 11 : positif

POSITIVE

2) Teste l'algorithme que tu as complété avec d'autres nombres en mettant des cartes différentes dans les boîtes (tu peux créer tes propres cartes). N'oublie pas de mettre des nombres de différents signes dans les boîtes. Ton algorithme te semble-t-il bon ? Pourquoi ?

oui, mais 0 n'est pas bon...
sinon, il est bon.

J'ai testé avec des différents nombres et
ça marche !

11 + 8 = 19

-6 + 11 = -5

14 + 8 = 22

-9 + (-3) = -12

-6 + 14 = -8

Copie de l'élève 1, exercice 2

En conclusion, lors de l'évaluation diagnostique et du questionnaire issue de la thèse de Meijas, il semblait que les instructions conditionnelles étaient comprises par les élèves. Mais sans exécuter pas à pas les algorithmes, les élèves ont été incapables de comprendre seuls un cas d'utilisation plus complexe de ces mêmes instructions. La séance de remédiation semble avoir permis à certains élèves de mieux appréhender l'algorithme, notamment grâce aux boîtes, et à l'exemple concret « si il pleut alors.. sinon ... ». Une bonne partie d'entre eux a, au moins en partie, exécuté pas à pas l'algorithme et testé différents jeux de valeurs. Ceci dit, à l'avenir, j'éviterai les exercices mettant en jeu des structures aussi complexes ou j'essaierai d'avoir des questions aux niveaux de difficulté plus graduels. Je commencerai par des questions a priori mieux maîtrisées par les élèves, par exemple une instruction du type SI...ALORS, en leur demandant d'écrire étapes par étapes ce qu'ils font, avant de passer à des notions plus complexes comme SI...ALORS ... SINON... pour finir par des instructions conditionnelles imbriquées.

3.4) Exercice 3 : boucles, puissances et programme Scratch

L'exercice 3 avait pour objectif de travailler sur l'exercice 6 du contrôle (voir énoncé en annexe 6 et analyse de l'évaluation en annexe 7), et de faire le lien entre algorithme et programme Scratch, et entre les boîtes et les variables informatiques. L'idée était de leur faire exécuter à la main un script Scratch après leur avoir fait exécuter un algorithme similaire. Ceci dit, manipuler les boîtes prend du temps et les élèves n'ont pas tous eu le temps d'aborder l'exercice 3. Enfin, ceux qui l'ont abordé n'ont pas tous atteint la question 3 qui faisait le lien entre un algorithme et un programme Scratch.

L'exercice 6 concerne les boucles du type « Répéter un certain nombre de fois connu à l'avance ». Les élèves n'ont pas réellement besoin de maîtriser la notion de puissance pour le résoudre même si le programme sert à calculer des puissances d'un nombre. Lors du contrôle, cinq élèves ont répondu 8 au lieu de 16 à la question a) de l'exercice 6. A priori, j'ai pensé qu'ils avaient soit exécuté la boucle une fois de moins que prévu et donc calculé $2*2*2$, soit calculé $2+2+2+2$ ou $2*4$ plutôt que $2*2*2*2$ soit 2^4 . Mon impression était qu'ils avaient mal interprété le signe « multiplier », et qu'ils avaient choisi de multiplier le nombre visible « 2 » par le nombre d'occurrences de la boucle visible aussi « 4 ». Puisque la boucle répète quatre fois une action, il suffirait de multiplier 2 par 4. Grâce à la séance de remédiation, j'ai pris conscience que le problème n'était pas nécessairement celui-ci. Comme nous le verrons ci-dessous, certains élèves n'ont pas réussi à déterminer ce qui devait être répété. C'est la lecture de l'algorithme qui posait problème.

Pour répondre aux questions de l'exercice 3, les élèves disposaient d'une boîte en carton et d'un jeu de 14 cartes comportant les numéros : 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 et 24. L'énoncé était le suivant (voir les annexes 11 et 12 pour comparer les deux versions) :

Exercice 3 : Tu as à ta disposition une boîte et des cartes avec des nombres écrit dessus (1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24)

1) On cherche à comprendre ce que fait l'algorithme ci-dessous

N° ligne	Instruction
1	Mets le chiffre 1 dans la boîte
2	RÉPÈTE 3 fois
3	Multiplie le nombre contenu dans la boîte par 2
4	Remplace le contenu de la boîte par le résultat de la multiplication précédente
5	Dire le contenu de la boîte

Suis les instructions ci-dessous et écris dans le tableau ce que tu fais, les nombres que tu mets dans la boîte, et ce que tu dis à la fin.

2) À quoi sert l'algorithme ?

1. 3) Camille a décidé d'implémenter l'algorithme en Scratch. Voici son programme ci-dessous.

Ligne 1

quand  est cliqué

Ligne 2

mettre puissance ▾ à 1

Ligne 3

répéter 4 fois

Ligne 4

mettre puissance ▾ à puissance * 2

Ligne 5

dire puissance pendant 2 secondes

À quoi correspond « puissance » dans l'algorithme de départ ?

Exécute le programme pas à pas en décrivant les différentes étapes avec les valeurs successives prises par la variable « puissance ».

Le programme fait-il ce qui est demandé ?

Sinon que fait-il ?

Que se passe-t-il si on remplace la ligne

mettre puissance ▾ à puissance * 2

par la ligne

mettre puissance ▾ à puissance * 3

Lors de la première séance, quelques élèves n'ont pas compris ce qui devait être répété trois fois malgré les alinéas (deux binômes sur 7). C'est le cas de l'élève 2 ci-dessous.

Exercice 3 : Tu as à ta disposition une boîte et des cartes avec des nombres écrit dessus (1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24)

1) On cherche à comprendre ce que fait l'algorithme ci-dessous

N° ligne	Instruction
1	Mets le chiffre 1 dans la boîte
2	RÉPÈTE 3 fois
3	Multiplie le nombre contenu dans la boîte par 2
4	Remplace le contenu de la boîte par le résultat de la multiplication précédente
5	Dire le contenu de la boîte

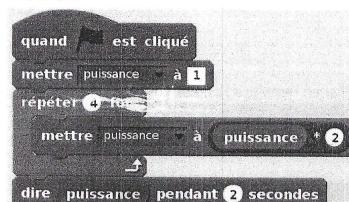
Suis les instructions ci-dessous et écris dans le tableau ce que tu fais, les nombres que tu mets dans la boîte, et ce que tu dis à la fin.

N° ligne	Instruction	Ce que tu fais
1	1	on prend le papier 1 et on le met dans la boîte
2	2	vu qu'il n'y a pas $3 \times$ le
3	2	chiffre 1, on met le papier 3
4	3	vu qu'on ne peut pas mit
5	3	$2 \times$ le papier 3, on met 6
6	4	vu qu'on regarde la
7	4	multiplication précédente
8	4	et on voit que c'est 6 on laisse
9	5	DIRE LE CHIFFRE 6
10	5	

2) A quoi sert l'algorithme ?

met 1 puis on répète
 $3 \times$ la multiplication
 par 2 ex: $1 \times 2 = 2$
 $2 \times 2 = 4$
 $4 \times 2 = 8$

3) Camille a décidé d'implémenter l'algorithme en scratch. Voici son programme ci-dessous.



A quoi correspond « puissance » dans l'algorithme de départ ?

Exécute le programme pas à pas en décrivant les différentes étapes avec les valeurs successives prises par la variable « puissance ».

Copie de l'élève 2, exercice 3

Elle a supposé qu'il fallait répéter trois fois « mets le chiffre 1 dans la boîte ». N'ayant pas anticipé cette erreur je n'avais pas proposé 3 cartes avec le chiffre 1. Elle a donc décidé d'additionner les « 1 », et de mettre la carte « 3 » dans la boîte. Puis ensuite de multiplier 3 par 2 et de mettre « 6 » dans la boîte (algorithme exécuté à la main dans le tableau).

Après lui avoir demandé si elle avait tenu compte des alinéas et lui avoir suggéré de se poser la question de ce qui devait être répété, elle a d'elle-même corrigé son déroulé sur la deuxième page pour finalement trouver le bon résultat 8.

Pour la deuxième séance, j'ai légèrement adapté l'énoncé pour mieux indiquer aux élèves les instructions qu'il fallait répéter. J'ai rajouté « : » après « RÉPÈTE 3 fois », j'ai rajouté des espaces entre les lignes 1 et 2 et entre les lignes 4 et 5. Pour obtenir, le tableau ci-dessous :

N° ligne	Instruction
1	Mets le chiffre 1 dans la boîte.
2	RÉPÈTE 3 fois :
3	Multiplie le nombre contenu dans la boîte par 2, Remplace le contenu de la boîte par le résultat de la multiplication précédente.
4	Dire le contenu de la boîte.

Lors de la deuxième séance, l'élève 4 a quand même fait la même erreur, mais sans comprendre comment effectuer la multiplication par 2 et en obtenant 1 comme résultat final.

N° ligne	Instruction
1	Mets le chiffre 1 dans la boîte.
2	RÉPÈTE 3 fois :
3	Multiplie le nombre contenu dans la boîte par 2, Remplace le contenu de la boîte par le résultat de la multiplication précédente.
4	Dire le contenu de la boîte.

Suis les instructions ci-dessous et écris dans le tableau ce que tu fais, les nombres que tu mets dans la boîte, et ce que tu dis à la fin.

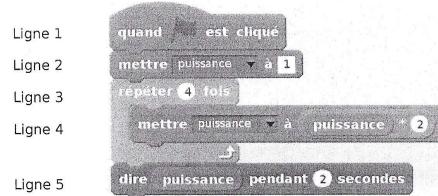
N° ligne	Ce que tu fais
1	J'ai mis le chiffre 1 dans la boîte
2	J'ai répété 3 fois :
3	J'ai multiplier le nombre contenu dans la boîte par 2
3	J'ai remplacer le contenu de la boîte par le résultat de la multiplication précédente
4	Le contenu de la boîte est : 1

Copie de l'élève 4, exercice 3

2) A quoi sert l'algorithme ?

L'algorithme sert à nous faire remarquer que avec 1 si on le multiplie on trouvera toujours la même chose.

3) Camille a décidé d'implémenter l'algorithme en scratch. Voici son programme ci-dessous.



A quoi correspond « puissance » dans l'algorithme de départ ?

« Puissance » correspond à « boîte » dans l'algorithme de départ

À la question 3, beaucoup d'élèves ont assimilé « puissance à 1 ». Sans doute en faisant une comparaison mot à mot des deux phrases « Mets le chiffre 1 dans la boîte. Mettre puissance à 1. »

« Puissance » étant placé juste après le verbe mettre, tout comme « le chiffre 1 », ils ont fait le lien entre les deux. Pour les guider dans cette question, il aurait peut-être fallu leur demander de souligner avec des couleurs différentes les différents éléments des deux phrases : le verbe *mettre*, le chiffre 1 (l'expression entière ou le chiffre seul), et, enfin, ce qui contient le chiffre 1 à la fin. De cette manière :

Mets le chiffre 1 dans la boîte

Mettre puissance à 1

De son côté, l'élève 7 n'a pas fait de lien entre « puissance » et « 1 », mais a fait un parallèle entre un chiffre « x » et « puissance », il semble qu'elle ait fait un rapprochement entre variable informatique et variable mathématique. À ce niveau-là, le sens de l'algorithme n'a pas vraiment été compris. C'est la multiplication par 2 qui est importante et la variable informatique « puissance » ne sert qu'à stocker les différentes puissances du nombre. Pour aider cet élève, il serait nécessaire de faire un point sur l'utilité et l'initialisation des variables. Intuitivement, elle a d'ailleurs correctement géré l'initialisation puisqu'elle écrit : « L'algorithme sert à effectuer l'opération $((2x) \times 2) \times 2$ avec $x=1$, le résultat est donc 8 ». Ensuite, lors de son exécution pas à pas elle s'est intéressée aux valeurs successives de la variable « puissance », comme le montre ses réponses à la deuxième partie de l'exercice. Elle a donc réussi à manipuler la variable Scratch « puissance » comme une variable informatique, même si sa réponse à la dernière question montre toujours une confusion entre les deux notions. Pour la détromper il suffirait peut-être de lui faire remarquer que sa succession d'affectations « puissances » = 2, « puissance » = 4 ,« puissance » = 8, « puissance » = 16, n'est pas cohérente avec une variable mathématique. Au final, la capacité qu'elle a montré à déroulé le programme à la main, pourrait sans doute lui servir à prendre conscience de la différence entre les deux types de variables, voire l'amener à mieux appréhender certaines égalités mathématiques. « Une variable informatique modélise un emplacement dans la mémoire et son contenu peut changer » comme le rappel Simon Modeste dans sa thèse. Avant d'ajouter « l'opération d'affectation d'une valeur à une variable est non-symétrique, contrairement à l'opérateur d'égalité ».

Exercice 3 : Tu as à ta disposition une boîte et des cartes avec des nombres écrit dessus (1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24)

1) On cherche à comprendre ce que fait l'algorithme ci-dessous

N° ligne	Instruction
1	Mets le chiffre 1 dans la boîte.
2	RÉPÈTE 3 fois :
3	Multiplie le nombre contenu dans la boîte par 2, Remplace le contenu de la boîte par le résultat de la multiplication précédente.
4	Dire le contenu de la boîte.

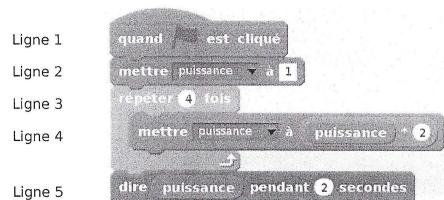
Suis les instructions ci-dessous et écris dans le tableau ce que tu fais, les nombres que tu mets dans la boîte, et ce que tu dis à la fin.

N° ligne	Ce que tu fais
1	Je mets le chiffre 1 dans la boîte
2	Je le multiplie par 2
3	Je met le chiffre 2 dans la boîte
2	Je le multiplie par 2
3	Je met le chiffre 4 dans la boîte
2	Je le multiplie par 2
3	Je met le chiffre 8 dans la boîte
4	La boîte contient la carte du 8

2) A quoi sert l'algorithme ?

L'algorithme sert à effectuer l'opération $((2x) \times 2) \times 2$ avec $x = 1$, le résultat est donc 8.

3) Camille a décidé d'implémenter l'algorithme en scratch. Voici son programme ci-dessous.



A quoi correspond « puissance » dans l'algorithme de départ ?

« puissance » correspond à un chiffre « x » auquel on donne une valeur (1) pour aller au bout de l'expression.

Copie de l'élève 7, première partie de l'exercice 3

Exécute le programme pas à pas en décrivant les différentes étapes avec les valeurs successives prises par la variable « puissance ».

Se remplace « puissance » par « 1 », je le multiplie par 2, j'ai « puissance » = 2, je le double, j'ai « puissance » = 4, je le double, j'ai « puissance » = 8, je le double, j'ai « puissance » = 16, je peux dire « 16 ».

Le programme fait-il ce qui est demandé ?

Non

Sinon que fait-il ?

Il fait lieu de multiplier 3 fois « puissance » par 2, on le double 4 fois.

Que se passe-t-il si on remplace la ligne

mettre puissance à puissance + 2

par la ligne

mettre puissance à puissance * 3

Le résultat sera différent.

$$((2x)2)2 \neq ((3x)3)3$$

$$((3 \times 1)3)3 = 81$$

Copie de l'élève 7, deuxième partie de l'exercice 3

En conclusion, les élèves qui avaient pourtant bien compris la boucle « jusqu'à ce que » de l'exercice 1 n'ont pas nécessairement compris la boucle, a priori plus facile, « répéter 3 fois » de l'exercice 3. Il semblerait que la présence d'une instruction avant la boucle change la manière dont les élèves lisent l'algorithme. Il est visiblement nécessaire d'insister sur la mise en forme de l'algorithme et de travailler ce point avec les élèves. Lors de la séquence d'algorithmie, les exercices, que j'avais choisi, n'utilisaient pas toujours le même formatage, mais je n'avais peut-être pas assez attiré l'attention des élèves sur ce point. Or les élèves semblent parfois bloquer dans leur compréhension, car ils ne comprennent pas comment lire les instructions, y compris lorsqu'elles sont présentées comme un script Scratch.

3.5) Bilan de la séance de remédiation

La séance de remédiation m'a aidée à interpréter certaines erreurs commises par mes élèves lors du contrôle et à comprendre comment présenter de manière concrète avec des boîtes l'exécution pas à pas d'un algorithme. La présentation sous forme de tableau de l'exercice 3 a semblé convenir à certains élèves. Je vais donc continuer à la proposer parmi d'autres possibilités. Cette présentation a eu l'avantage d'inciter les élèves à lire ligne après ligne l'algorithme même si pour cela il a fallu proposer une numérotation factice des instructions. D'autres élèves auraient sans doute eu besoin d'être encore plus guidés pour comprendre comment faire une exécution pas à pas, par exemple en leur demandant à quelle ligne que fait le programme, que vaut telle variable (ou bien qu'y a-t-il dans la boîte). Ceci dit, grâce à la séance de remédiation, certains ont visiblement compris l'intérêt d'exécuter à la main un algorithme ou un programme pour comprendre à quoi il sert.

4) Conclusion

Manipuler des boîtes a aidé certains élèves à comprendre comment lire pas à pas un algorithme, et en a peut-être aussi convaincu certains de l'intérêt de cette démarche. Les boîtes ont l'avantage d'obliger les élèves à exécuter un algorithme d'une manière similaire à ce que fait un ordinateur. Tout comme l'ordinateur, ils ont dû comprendre à quelle action correspondait telle instruction, quelle question devait être posée pour savoir quelle action réaliser et quelle valeur contenait quelle variable à quel moment. Implicitement, ils sont partis d'un état initial (une boîte avec des boutons ou contenant un nombre) pour arriver à un état final (une boîte sans bouton, ou contenant un autre nombre). « (...) L'enjeu central est, pour les élèves que nous avons observés, de comprendre la construction d'un programme ou d'un algorithme comme l'organisation d'un traitement sur un dispositif ; ils doivent percevoir ce dispositif comme un ensemble de variables, et concevoir ces variables comme des objets « calculables » et le traitement comme l'évolution de leurs valeurs » avancent ainsi Jean-Baptiste Lagrange et Janine Rogalski. En ce sens, la manipulation de boîtes devrait aussi aider les élèves à comprendre ce qu'est un algorithme.

À l'avenir, mes séquences d'algorithmie suivront sans doute une progression encore plus proche de mes séquences mathématiques avec l'introduction de chaque notion par des activités en débranché, puis le cours correspondant et des exercices d'application. Obliger les élèves à travailler sur papier et à exécuter à la main un programme avant de leur permettre de le tester sur ordinateur me paraît indispensable pour qu'ils prennent du recul sur les notions et qu'ils comprennent ce qu'ils manipulent. Enfin, savoir lire un algorithme est indispensable pour comprendre pourquoi un programme ne fonctionne pas comme on s'y attend.

Placer les élèves face à un ordinateur est aussi indispensable, même si une réflexion plus importante sur l'articulation entre les deux modes de travail (débranché et connecté face à l'ordinateur) paraît nécessaire. Travailler en mode projet, comme le projet Pong, permet de réutiliser en situation les notions apprises, et c'est aussi une bonne manière de montrer l'intérêt d'exécuter pas à pas un programme pour le corriger (le « déboguer ») ou l'améliorer. Certains outils de programmation professionnels proposent d'ailleurs un mode « pas à pas » (ou debug) pour détecter plus facilement d'où proviennent les erreurs.

BIBLIOGRAPHIE

1. *L'évaluation de l'algorithmique dans l'enseignement des mathématiques au lycée* de Philippe LAC et Malika MORE. Irem de Clermont Ferrand et CII Lycée. Dans Repères - IREM N°106 de janvier 2017.
2. *Difficultés conceptuelles dans l'écriture d'algorithmes itératifs chez des élèves de collège*, thèse de Béatrice Mejias-Dayoub. HAL Id : tel-00316715. Université Joseph-Fourier Grenoble I, 1985.
3. *Enseigner l'algorithme pour quoi ? Quelles nouvelles questions pour les mathématiques ? Quels apports pour l'apprentissage de la preuve ?* Thèse de Simon Modeste (HAL Id : tel-00783294). Université de Grenoble 2012.
4. *Savoirs, concepts et situations dans les premiers apprentissages en programmation et en algorithmique*, article de Jean-Baptiste Lagrange et Janine Rogalski paru dans les Annales de Didactiques et de Sciences Cognitives, 2017
5. *Algorithmique et programmation au cycle 4*, commentaires et recommandations du groupe Informatique de la CII Lycée, IREM de l'Université Denis Diderot Paris 7 <http://www.univ-irem.fr/spip.php?article1414>
6. *Algorithmique et programmation*, ressource Éduscol pour le cycle 4, http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Algorithmique_et_programmation/67/9/RA16_C4_MATH_algorithmique_et_programmation_N.D_551679.pdf
7. *1,2,3...Codez !* de Claire Calmet, Mathieu Hirtzig et David Wilgenbus, aux éditions Le Pommier, 2016. Projet pédagogique conçu par la Fondation La main à la pâte. <http://www.fondation-lamap.org/fr/page/34536/1-2-3-codez-espace-enseignants>

Annexe 1 : programme du cycle 3

Dans les programmes du cycle 3, l’algorithmie ne fait pas l’objet d’un paragraphe à part. Il est intégré au thème « Espace et géométrie » :

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d’activités et de ressources pour l’élève
(Se) repérer et (se) déplacer dans l'espace en utilisant ou en élaborant des représentations	
<p>Se repérer, décrire ou exécuter des déplacements, sur un plan ou sur une carte.</p> <p>Accomplir, décrire, coder des déplacements dans des espaces familiers.</p> <p>Programmer les déplacements d'un robot ou ceux d'un personnage sur un écran.</p> <ul style="list-style-type: none">» Vocabulaire permettant de définir des positions et des déplacements.» Divers modes de représentation de l'espace.	<p>Situations donnant lieu à des repérages dans l'espace ou à la description, au codage ou au décodage de déplacements.</p> <p>Travailler :</p> <ul style="list-style-type: none">» dans des espaces de travail de tailles différentes (la feuille de papier, la cour de récréation, le quartier, la ville, etc.) ;» à partir de plans schématiques (par exemple, chercher l’itinéraire le plus court ou demandant le moins de correspondances sur un plan de métro ou d’autobus) ;» avec de nouvelles ressources comme les systèmes d’information géographique, des logiciels d’initiation à la programmation...

Initiation à la programmation : Une initiation à la programmation est faite à l’occasion notamment d’activités de repérage ou de déplacement (programmer les déplacements d’un robot ou ceux d’un personnage sur un écran), ou d’activités géométriques (construction de figures simples ou de figures composées de figures simples). Au CM1, on réserve l’usage de logiciels de géométrie dynamique à des fins d’apprentissage manipulatoires (à travers la visualisation de constructions instrumentées) et de validation des constructions de figures planes. À partir du CM2, leur usage progressif pour effectuer des constructions, familiarise les élèves avec les représentations en perspective cavalière et avec la notion de conservation des propriétés lors de certaines transformations.

Annexe 2 : programme du cycle 4

Au cycle 4, contrairement au cycle 3, l'algorithmie fait l'objet d'un thème à part.

Thème E - Algorithmique et programmation

Au cycle 4, les élèves s'initient à la programmation, en développant dans une démarche de projet quelques programmes simples, sans viser une connaissance experte et exhaustive d'un langage ou d'un logiciel particulier. En créant un programme, ils développent des méthodes de programmation, revisitent les notions de variables et de fonctions sous une forme différente, et s'entraînent au raisonnement.

Attendus de fin de cycle

Écrire, mettre au point et exécuter un programme simple

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
<p>Décomposer un problème en sous-problèmes afin de structurer un programme ; reconnaître des schémas.</p> <p>Écrire, mettre au point (tester, corriger) et exécuter un programme en réponse à un problème donné.</p> <p>Écrire un programme dans lequel des actions sont déclenchées par des événements extérieurs.</p> <p>Programmer des scripts se déroulant en parallèle.</p> <ul style="list-style-type: none">» Notions d'algorithme et de programme.» Notion de variable informatique.» Déclenchement d'une action par un événement, séquences d'instructions, boucles, instructions conditionnelles.	<p>Jeux dans un labyrinthe, jeu de Pong, bataille navale, jeu de nim, tic tac toe.</p> <p>Réalisation de figure à l'aide d'un logiciel de programmation pour consolider les notions de longueur et d'angle.</p> <p>Initiation au chiffrement (Morse, chiffre de César, code ASCII...).</p> <p>Construction de tables de conjugaison, de pluriels, jeu du cadavre exquis...</p> <p>Calculs simples de calendrier.</p> <p>Calculs de répertoire (recherche, recherche inversée...).</p> <p>Calculs de fréquences d'apparition de chaque lettre dans un texte pour distinguer sa langue d'origine : français, anglais, italien, etc.</p>

Repères de progressivité

En 5^e, les élèves s'initient à la programmation événementielle. Progressivement, ils développent de nouvelles compétences, en programmant des actions en parallèle, en utilisant la notion de variable informatique, en découvrant les boucles et les instructions conditionnelles qui complètent les structures de contrôle liées aux événements.

Annexe 3 : évaluation diagnostique

Évaluation diagnostique projetée réalisée avant la séquence sur l'algorithmique des élèves de 4eme.

Questions flash : scratch

30 secondes pour répondre à la question posée

Préparez vos feuilles d'activité flash et vos crayons

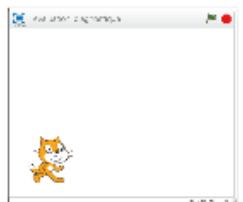
Diapositive 1



Comment s'appelle le petit chat ci-contre :

- a) un dessin
- b) un lutin
- c) un costume

Diapositive 2



Où va le chat lorsqu'on utilise l'instruction ci-dessous ?

aller à x: 0 y: 0



Quel dessin apparaît à l'écran quand on presse la barre d'espace ?

Diapositive 3



Quel dessin apparaît à l'écran quand on clique sur le drapeau vert ?

Diapositive 4



Comment s'appelle l'instruction  utilisée dans le programme ci-contre ?

Diapositive 6



Sophie fait fonctionner ce programme en choisissant le nombre 2.

Quelle phrase est affichée à l'écran à la fin ?

Diapositive 7



Greg fait fonctionner ce programme en choisissant le nombre 15.

Quelle phrase est affichée à l'écran à la fin ?

Diapositive 8



Comment s'appelle l'instruction



utilisée dans le programme ci-contre ?

Diapositive 9



Quel bouton a-t-on utilisé pour créer  ?

Diapositive 10

As-tu accès à Scratch chez toi ?

Si oui, l'utilises-tu pour jouer avec ?

Annexe 4 : analyse évaluation diagnostique

28 élèves ont participé à l'évaluation diagnostique. Les réussites et erreurs étaient très variables selon les diapositives, comme le montre les résultats agrégés dans le tableau ci-dessous.

Les réponses attendues pour l'évaluation diagnostique sont les suivantes :

Diapositives 3 : un carré (certains élèves ont dessiné un carré, d'autres ont écrit « carré », les deux réponses ont été considérées comme correctes)

Diapositive 4 : un carré (même commentaire que pour la diapositive 3)

Diapositive 5 : une boucle

Diapositive 6 : « j'obtiens : 12 »

Diapositive 7 : « Perdu ! »

Diapositive 8 : une instruction conditionnelle

	Diapo 1	Diapo 2	Diapo 3	Diapo 4	Diapo 5	Diapo 6	Diapo 7	Diapo 8	Diapo 9	Diapo 10 Accès	Diapo 10 Utilisation
Réussite	25	11	17	18	3	8	11	2	3	17	4
Erreur	3	12	4	4	18	4	4	9	12	4	16
Sans Réponse	0	5	7	6	7	16	13	17	13	6	8

Les diapositives 5, 8, 9 et, dans une moindre mesure, la diapositive 6, ont été les moins bien réussies par les élèves.

Résumé des compétences nécessaires par diapositive :

La diapositive 1 nécessite de connaître le vocabulaire spécifique au logiciel Scratch.

La diapositive 2 nécessite de connaître Scratch et d'avoir compris le repère de la scène dans laquelle évoluent les lutins.

La diapositive 3 nécessite d'avoir compris comment lire un algorithme simple constitué d'une suite assez nombreuses d'instructions.

La diapositive 4 concerne les boucles (tracé d'un carré avec une boucle).

Les diapositives 5 et 8 concernent la terminologie algorithmique.

Les diapositives 6 et 7 nécessitent d'être capable d'exécuter à la main un algorithme comportant des variables et des instructions conditionnelles.

La diapositive 9 concerne le maniement des variables dans Scratch. Elle nécessite d'avoir compris que « x » est une variable et de savoir comment créer une variable dans Scratch.

Annexe 5 : progression séquence algorithmique

Déroulé de la séquence algorithmique

Activité 1 : apprendre à un lire un programme. Rappel sur l'abscisse et l'ordonnée d'un lutin.

Mise en place du projet.

Présentation des règles du jeu de Pong et démonstration de ce à quoi on doit arriver à la fin des séances **pong_final.sb2**

Définition des objectifs du projet et liste des tâches à accomplir (voir fichier « spécifications.odt»)

Mise en pratique 1 : script des lutins-raquettes.

Introduction du repère et des coordonnées x,y de chaque lutin. Utilisation d'une instruction conditionnelle pour éviter la sortie de la scène des raquettes.

Bilan écrit cours I) Algorithmes et programmes II) Instructions conditionnelles

Phase d'entraînement : feuille d'exercices « exo_instruction_conditionnelles.odt »

Mise en pratique 2 : script du lutin-balle seul sans les raquettes

Introduction de l'orientation. Utilisation d'une boucle « répéter indéfiniment ». Le lutin sera plutôt en forme de flèche que de balle.

Bilan écrit cours III) Boucles

Phase d'entraînement : feuille d'exercices „exo_boucles.odt“

Mise en pratique 3 : script balle et raquettes.

Réutilisation des instructions conditionnelles, des boucles infinie, etc.

Bilan écrit cours IV) Variables

Phase d'entraînement : feuille d'exercices « exo_variables.odt »

Mise en pratique 4 : Ajout d'une variable Nombre_de_vies avec une boucle du type « répéter ...fois ».

Annexe 5 bis : activité 1 séquence algorithmique

Activité 1 :



- 1) Quel événement déclenche l'exécution du programme ci-dessus ?
- 2) La position du lutin sur la scène est repérée par 2 coordonnées : l'abscisse (notée x) et l'ordonnée (notée y), selon le repère ci-dessous :

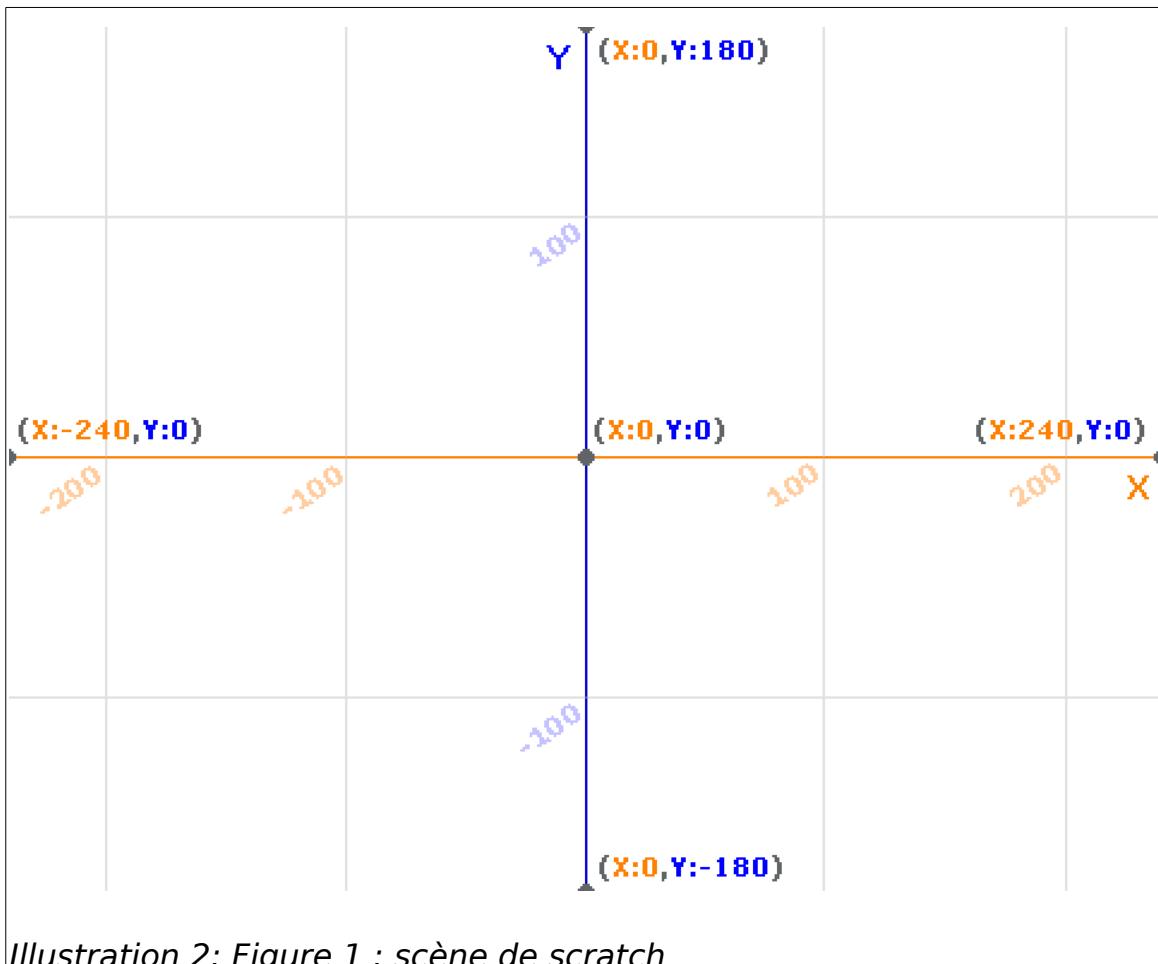


Illustration 2: Figure 1 : scène de scratch

Où se place le lutin lors de l'exécution de l'instruction ci-dessous ?

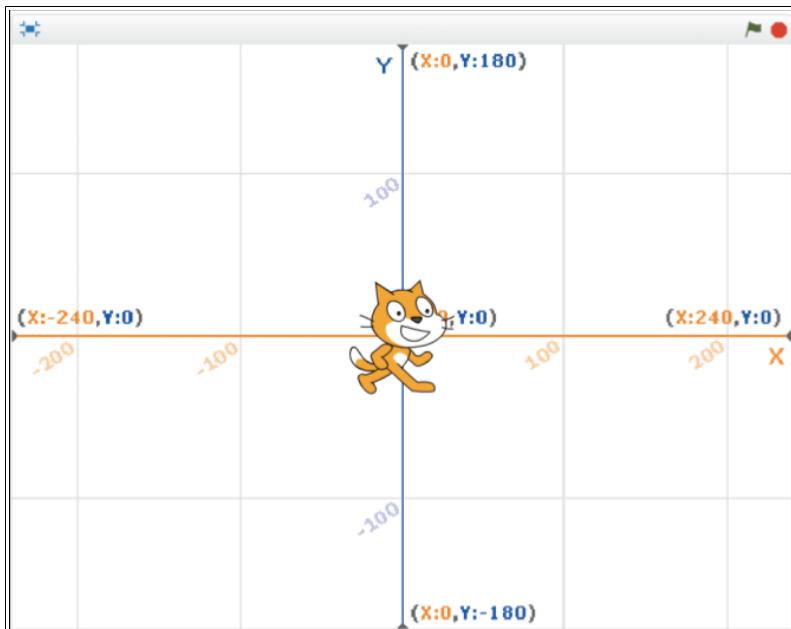


Rédige une réponse à l'aide d'une phrase et marque l'emplacement avec une croix sur la figure précédente.

2) A quoi servent les deux instructions ci-contre ?



3) On suppose que la position et l'orientation du lutin sont comme sur la figure ci-dessous :



Où se place le lutin lors de l'exécution de l'instruction « avancer de 100 » ?

avancer de 100

Est-ce qu'un dessin apparaît à l'écran ?

4) Qu'arrive-t-il au lutin lors de l'exécution de l'instruction « tourner vers la droite de 90° » ?

tourner ⚡ de 90 degrés

5) Quelle figure géométrique est dessinée à l'écran à la fin de l'exécution du programme ?

Annexe 6 : évaluation sommative

Contrôle n°6 Calculatrice interdite

Exercice 1: (2 points)

Range dans l'ordre croissant les masses des planètes suivantes exprimées en kg :

Mercurie	$3,302 \times 10^{23}$	Vénus	$4,8685 \times 10^{24}$
Terre	$5,973 \times 10^{24}$	Mars	$6,4185 \times 10^{23}$
Jupiter	$1,8986 \times 10^{27}$	Saturne	$5,6846 \times 10^{26}$
Uranus	$8,6832 \times 10^{25}$	Neptune	$1,0243 \times 10^{26}$

Exercice 2 : (2 points)



- Si l'utilisateur saisit le nombre -5, quel message sera affiché à l'écran ? Est-ce correct ? Justifie.
- Si l'utilisateur saisit le nombre 8, quel message sera affiché à l'écran ? Est-ce correct ? Justifie.
- Corrige le programme pour qu'il affiche toujours le signe du nombre sans se tromper.

Exercice 3: (2 points)

Écrire les nombres suivants à l'aide de l'écriture scientifique.

- | | | |
|------------|---------------|---------|
| a. 7 654 | b. 17 000 000 | c. 34,7 |
| d. 0,007 6 | e. 0,000 872 | f. 9 |

Exercice 4: (3 points)

Écrire chaque expression sous la forme 10^n , où n est un entier relatif et classer les expressions dans l'ordre croissant de leur valeur.

Quel message obtient-on alors ?

- $O = \frac{10^7 \times 10^2}{10^3}$ • $I = \frac{10^4 \times 10^2}{10^9}$
- $N = \frac{10^1 \times 10^2}{10^3}$ • $J = \frac{10^8}{10^1 \times 10^2}$
- $B = \frac{10^4}{10^7 \times 10^3}$ • $U = \frac{(10^3)^4}{10^5}$
- $\bar{E} = \frac{(10^5)^5}{10^5}$ • $E = \frac{(10^2)^4}{10^9}$

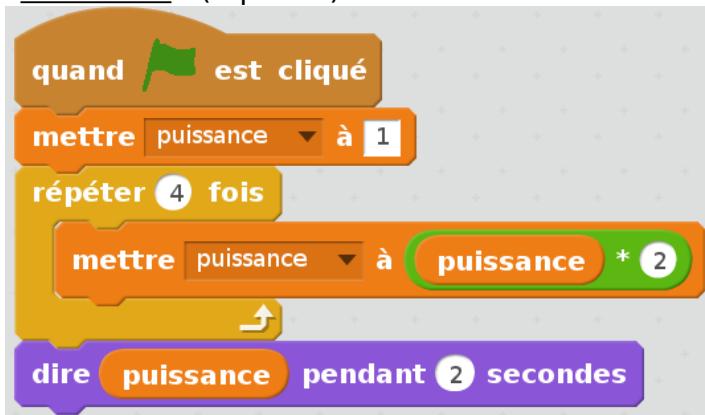
Exercice 5 : (2 points)

Calcule et donne le résultat le plus simplifié possible :

$$A = \frac{2}{3} - \frac{7}{3} \times \frac{8}{21}$$

$$B = \left(\frac{3}{4} - \frac{5}{6} \right) \times \frac{3}{2}$$

Exercice 6 : (4 points)



a) Quand l'utilisateur clique sur le drapeau vert, quel nombre s'affiche à l'écran ?
Donner deux écritures différentes de ce nombre.

b) Que se passe-t-il si on remplace la ligne

mettre puissance à puissance * 2

par la ligne

mettre puissance à puissance * 3

c) Que se passe-t-il si on change la boucle

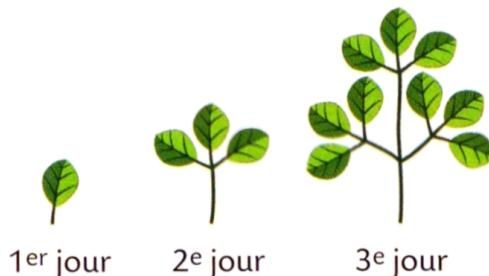
répéter (4) fois

en

répéter (6) fois

Exercice 7 : (3 points)

Chaque jour, trois feuilles en remplacent une.



1. Combien y aura-t-il de feuilles le 5^e jour ?
2. Combien y aura-t-il de feuilles le 10^e jour ?

Exercice 8 : (2 points)

Le programme suivant est censé, à partir de deux nombres, tous les deux non nuls, nous informer si leur produit est négatif ou positif. Certaines parties ont été effacées, retrouve les textes manquants :

```
demander [Saisis ton premier nombre] et attendre
mettre [premier_nombre] à [réponse]
demander [Saisis ton deuxième nombre] et attendre
mettre [deuxième_nombre] à [réponse]
si [premier_nombre > 0] alors
  si [deuxième_nombre > 0] alors
    dire [Le produit des deux nombres est ....]
  sinon
    dire [Le produit des deux nombres est ....]
  sinon
    si [deuxième_nombre > 0] alors
      dire [Le produit des deux nombres est ....]
    sinon
      dire [Le produit des deux nombres est ....]
```

Exercice bonus : (2 points)

Un nénuphar double sa taille tous les jours. Pour remplir un bassin, le nénuphar met 100 jours.

- 1) Au bout de combien de jour, le bassin sera rempli au quart ?
- 2) Au bout de combien de temps, le bassin sera rempli d'environ 3 % de sa totalité ?

Annexe 7 : analyse évaluation sommative

28 élèves ont participé à l'évaluation. Un nombre non négligeable d'élèves (6) n'a pas abordé les exercices algorithmiques, mais a décidé de se focaliser sur les exercices purement mathématiques. Le tableau ci-dessous présente les résultats agrégés des exercices concernant la programmation.

	Exercice 2 Question a)	Exercice 2 Question b)	Exercice 2 Question c)	Exercice 6 Question a)	Exercice 6 Question b)	Exercice 6 Question c)	Exercice 8
Réussite	14	12	14	6	6	5	5
Erreur	7	9	3	12	12	12	6
Sans réponse	7	7	10	10	10	11	17

L'exercice 2 concerne les instructions conditionnelles. Il est demandé aux élèves de comprendre les valeurs renvoyées par le programme en fonction de valeurs d'entrée (questions a) et b)), de comprendre que l'algorithme ne fonctionne pas comme il devrait, puis de le corriger en utilisant dans l'idéal un bloc « SI...ALORS...SINON » (question c). Il nécessite d'avoir une connaissance relativement bonne du logiciel Scratch et notamment de comprendre comment sont utilisées les variables. Il a plutôt été réussi par les élèves (en tous cas, par ceux ayant essayé de le résoudre).

L'exercice 6 concerne les boucles du type « Répéter un certain nombre de fois connu à l'avance ». Les élèves n'ont pas réellement besoin de maîtriser la notion de puissance pour le résoudre même si le programme sert à calculer des puissances d'un nombre.

L'exercice 8 concernait, quant-à-lui, des instructions conditionnelles imbriquées. Il se présente sous la forme d'un programme à compléter. Il s'agissait d'appliquer la règle des signes pour la multiplication de nombres relatifs. Une majorité d'élèves n'a pas tenté de répondre à cet exercice.

Annexe 8 : questionnaire diagnostique

Le questionnaire ci-dessous correspond, mises à part quelques adaptations mineures, au questionnaire présenté par Béatrice Mejias-Dayoub dans sa thèse *Difficultés conceptuelles dans l'écriture d'algorithmes itératifs chez des élèves de collège*.

Exercice n°1 :

On a un robot qui sait marcher qui comprend la voix humaine et qui sait monter les escalier, mais quand on lui donne l'ordre « monter » il ne monte qu'une marche. Au départ le robot est sur la première marche.

1) Lequel ou lesquels des ordres suivants permettent au robot de monter tout l'escalier ? Explique pourquoi tu les as choisies.

a) TANT QUE tu n'es pas au bout de l'escalier

FAIRE : « monter »

b) SI tu es dans l'escalier

ALORS « monter »

c) QUAND tu es dans l'escalier, « monter »

d) « Monter » JUSQU'À CE QUE tu sois au bout de l'escalier.

2) Dans chacun des cas (a, b, c, d), combien de marches a montées le robot ?

Exercice n°2 :

Un sac contient des boules rouges et des boules bleues. Tu donnes à un camarade des instructions pour qu'il t'écrive la couleur de la première boule qu'il tire. Parmi les instructions suivantes choisis celles (ou celle) qui conviennent, et explique pourquoi tu les as choisies.

a) Prendre une boule JUSQU' À CE QU'on tire une boule rouge et écrire « la boule est rouge »

b) TANT QUE la boule n'est pas rouge,

FAIRE : prendre une boule

c)

Prendre une boule.

SI la boule est rouge

ALORS écrire : « la boule est rouge »

SINON écrire « la boule est bleue ».

d)

Prendre une boule

QUAND la boule est rouge, écrire « la boule est rouge »

SINON écrire : « la boule est bleue »

Exercice n°3 :

On donne à un élève des instructions pour construire un carré. Parmi les instructions suivantes, laquelle ou lesquelles permettent à l'élève de construire correctement le carré. Explique pourquoi tu les as choisies.

a)

Trace un segment de 5cm

Si tu n'est pas sur le point de départ

ALORS tourne à droite de 90°

trace un segment de 5cm

b)

Trace un segment de 5cm et tourne à droite de 90°

JUSQU' À CE QUE tu arrives au point de départ du premier segment.

c)

Trace un segment de 5 cm

QUAND tu n'es pas au point de départ du premier segment, tourne à droite de 90° et trace un segment de 5 cm.

d)

Trace un segment de 5cm

TANT QUE tu n'arrives pas au point de départ du premier segment

FAIRE : tourne à droite de 90°

trace un segment de 5cm

Exercice n°4 :

Dans un sac, il y a des boules rouges et des boules bleues. On souhaite prendre des boules une par une et on décide de s'arrêter quand on tire la première boule rouge. Parmi les ordres suivants choisis ceux (ou celui) qui te permettent toujours d'arriver à la première boule rouge et de t'arrêter quand tu l'as tirée. Explique pourquoi tu les as choisis.

a) Prendre une boule. QUAND la boule est rouge, s'arrêter

b) Prendre une boule JUSQU'À CE QU'on tire une boule rouge

c) Prendre une boule. QUAND la boule est bleue, recommencer au début

d) Prendre une boule

TANT QUE la boule est bleue,

FAIRE : prendre une autre boule.

e) Prendre une boule.

SI la boule est bleue,

ALORS s'arrêter

f) Prendre une boule.

TANT QUE la boule est rouge,

FAIRE : prendre une autre boule

Annexe 9 : analyse questionnaire pré-remédiation

27 élèves ont participé à l'évaluation qui se présentait sous forme de QCM. La quasi totalité des élèves a tenté de répondre à la majorité des questions, alors même que l'évaluation a été réalisé dans un temps relativement court (10 minutes) comme le montre les résultats agrégés dans le tableau ci-dessous. Chaque exercice admet 2 réponses correctes. Les élèves ayant cochés uniquement les deux réponses correctes ou une seule réponse correcte, ont été classés dans la case « Réussite ». Ceux ayant coché au moins une réponse incorrecte quelque soit le nombre de réponse correcte ont été classés dans la case « Erreur ».

	Exercice 1	Exercice 2	Exercice 3	Exercice 4
Réussite	20	21	18	6
Erreur	6	4	7	14
Sans réponse	1	2	2	6

Les exercices 1, 3 et 4 concernent les boucles. L'exercice 2 concerne les instructions conditionnelles. L'exercice 4, plus complexe que les précédents, est celui qui a été le moins réussi par les élèves.

Ces résultats sont conformes a ceux observés par Béatriz Mejias-Dayoub dans sa thèse *Difficultés conceptuelles dans l'écriture d'algorithmes itératifs chez des élèves de collège*, soutenue à l'Université Joseph-Fourier Grenoble I en 1985.

Annexe 10 : énoncé 1 séance remédiation

Exercice 1 :

Tu as à ta disposition 2 boîtes, la première a un couvercle carré, la deuxième un couvercle ovale. Pour commencer, la boîte « carrée » contient 3 boutons, la boîte « ovale » aucune.

1) Suis les instructions de l'**algorithme 1** ci-dessous :

Prends un bouton dans la boîte carrée
Mets le bouton dans la boîte ovale
Prends un bouton dans la boîte carrée
Mets le bouton dans la boîte ovale
Prends un bouton dans la boîte carrée
Mets le bouton dans la boîte ovale

2) A quoi sert l'algorithme 1 ?

.....

3) Suis maintenant les instructions de l'**algorithme 2** ci-dessous :

RÉPÈTE Jusqu'à ce que la boîte ovale soit vide
 Prends un bouton dans la boîte ovale
 Mets le bouton dans la boîte carrée

4) Combien de boutons ont changé de boîte lors de l'exécution de l'algorithme 2?

.....

Pourquoi as-tu arrêté de prendre un bouton dans la boîte ovale ?

.....

.....

.....

A quoi sert l'algorithme 2 ?

.....

.....

.....

5) Entoure la ou les instructions qui se répètent dans l'algorithme 1.

Puis réécris l'algorithme 1 en utilisant l'instruction RÉPÈTE comme dans l'algorithme 2.

.....

.....

.....

Exercice 2 :

Tu as à ta disposition 2 boîtes (l'une au couvercle carré, l'autre au couvercle ovale) avec chacune une carte à l'intérieur sur laquelle est écrit un nombre.

1) On cherche à écrire un algorithme qui mette en œuvre la règle des signes du produit de deux nombres relatifs.

Pour rappel : lorsqu'on multiplie deux nombres relatifs ;
si les deux nombres sont de même signe, alors le produit est positif
si les deux nombres sont de signe contraire, alors le produit est négatif

Algorithme à compléter :

SI le nombre contenu dans la boîte carrée est supérieur à zéro

ALORS

Si le nombre contenu dans la boîte ovale est supérieur à zéro

ALORS dire « le produit des deux nombres est »

SINON dire « le produit des deux nombres est »

SINON

Si le nombre contenu dans la boîte ovale est supérieur à zéro

ALORS dire « le produit des deux nombres est »

SINON dire « le produit des deux nombres est »

Suis les instructions de l'algorithme ci-dessus en manipulant les deux boîtes fournies. Écris ce que tu fais. Quelle boîte ouvres-tu ? Quel nombre se trouve dans la boîte que tu viens d'ouvrir ? Quelle question dois-tu te poser et quelle réponse y apportes-tu ? À la fin, complète les pointillés par « positif » ou « négatif ».

2) Teste l'algorithme que tu as complété avec d'autres nombres en mettant des cartes différentes dans les boîtes (tu peux créer tes propres cartes). N'oublie pas de mettre des nombres de différents signes dans les boîtes. Ton algorithme te semble-t-il bon ? Pourquoi ?

Exercice 3 : Tu as à ta disposition une boîte et des cartes avec des nombres écrit dessus (1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24)

1) On cherche à comprendre ce que fait l'algorithme ci-dessous

1/ On cherche à comprendre ce que fait l'algorithme ci-dessous	
N° ligne	Instruction
1	Mets le chiffre 1 dans la boîte
2	RÉPÈTE 3 fois
3	Multiplie le nombre contenu dans la boîte par 2
4	Remplace le contenu de la boîte par le résultat de la multiplication précédente
5	Dire le contenu de la boîte

Suis les instructions ci-dessous et écris dans le tableau ce que tu fais, les nombres que tu mets dans la boîte, et ce que tu dis à la fin.

2) À quoi sert l'algorithme ?

3) Camille a décidé d'implémenter l'algorithme en Scratch. Voici son programme ci-dessous.

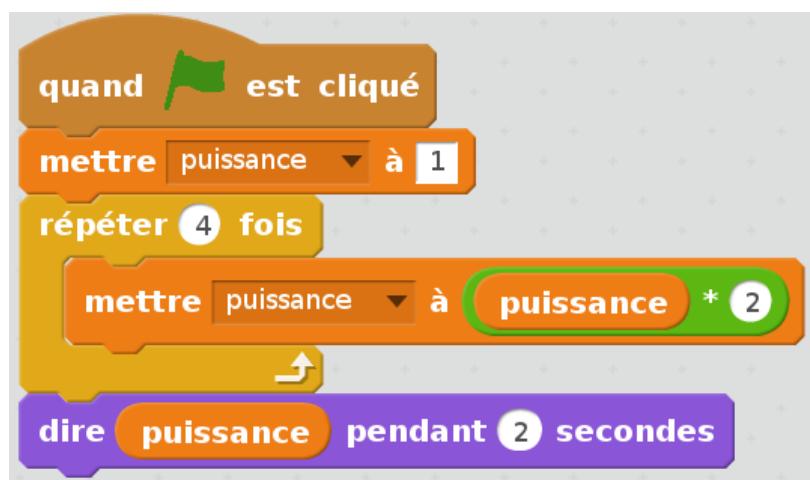
Ligne 1

Ligne 2

Ligne 3

Ligne 4

Ligne 5



À quoi correspond « puissance » dans l'algorithme de départ ?

.....

.....

.....

.....

Exécute le programme pas à pas en décrivant les différentes étapes avec les valeurs successives prises par la variable « puissance ».

.....

.....

.....

.....

.....

Le programme fait-il ce qui est demandé ?

.....

.....

.....

.....

Sinon que fait-il ?

.....

.....

.....

.....

Que se passe-t-il si on remplace la ligne



par la ligne

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Annexe 11 : énoncé 2 séance remédiation

Exercice 1 :

Tu as à ta disposition 2 boîtes, la première a un couvercle carré, la deuxième un couvercle ovale. Pour commencer, la boîte « carrée » contient 3 boutons, la boîte « ovale » aucune.

1) Suis les instructions de l'**algorithme 1** ci-dessous :

Prends un bouton dans la boîte carrée
Mets le bouton dans la boîte ovale
Prends un bouton dans la boîte carrée
Mets le bouton dans la boîte ovale
Prends un bouton dans la boîte carrée
Mets le bouton dans la boîte ovale

2) À quoi sert l'algorithme 1 ?

3) Suis maintenant les instructions de l'**algorithme 2** ci-dessous :

RÉPÈTE Jusqu'à ce que la boîte ovale soit vide
 Prends un bouton dans la boîte ovale
 Mets le bouton dans la boîte carrée

4) Combien de boutons ont changées de boîte lors de l'exécution de l'algorithme 2?

Pourquoi as-tu arrêté de prendre un bouton dans la boîte ovale ?

À quoi sert l'algorithme 2 ?

5) Entoure la ou les instructions qui se répètent dans l'algorithme 1.
Puis réécris l'algorithme 1 en utilisant l'instruction RÉPÈTE comme dans l'algorithme 2.

Exercice 2 :

Tu as à ta disposition 2 boîtes (l'une au couvercle carré, l'autre au couvercle ovale) avec chacune une carte à l'intérieur sur laquelle est écrit un nombre.

1) On cherche à écrire un algorithme qui mette en œuvre la règle des signes du produit de deux nombres relatifs.

Pour rappel : lorsqu'on multiplie deux nombres relatifs ;
si les deux nombres sont de même signe, alors leur produit est positif
si les deux nombres sont de signe contraire, alors leur produit est négatif

Algorithme à compléter :

SI le nombre contenu dans la boîte carrée est supérieur à zéro

ALORS

 Si le nombre contenu dans la boîte ovale est supérieur à zéro

 ALORS dire « le produit des deux nombres est »

 SINON dire « le produit des deux nombres est »

SINON

 Si le nombre contenu dans la boîte ovale est supérieur à zéro

 ALORS dire « le produit des deux nombres est »

 SINON dire « le produit des deux nombres est »

Suis les instructions de l'algorithme ci-dessus en manipulant les deux boîtes fournies.
Écris ce que tu fais. À la fin, complète les pointillés par « positif » ou « négatif ».

2) Teste l'algorithme que tu as complété avec d'autres nombres en mettant des cartes différentes dans les boîtes (tu peux créer tes propres cartes). N'oublie pas de mettre des nombres de différents signes dans les boîtes.

Ton algorithme te semble-t-il bon ?

Exercice 3 : Tu as à ta disposition une boîte et des cartes avec des nombres écrit dessus (1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24)

1) On cherche à comprendre ce que fait l'algorithme ci-dessous

N° ligne	Instruction
1	Mets le chiffre 1 dans la boîte.
2	RÉPÈTE 3 fois :
3	Multiplie le nombre contenu dans la boîte par 2, Remplace le contenu de la boîte par le résultat de la multiplication précédente.
4	Dire le contenu de la boîte.

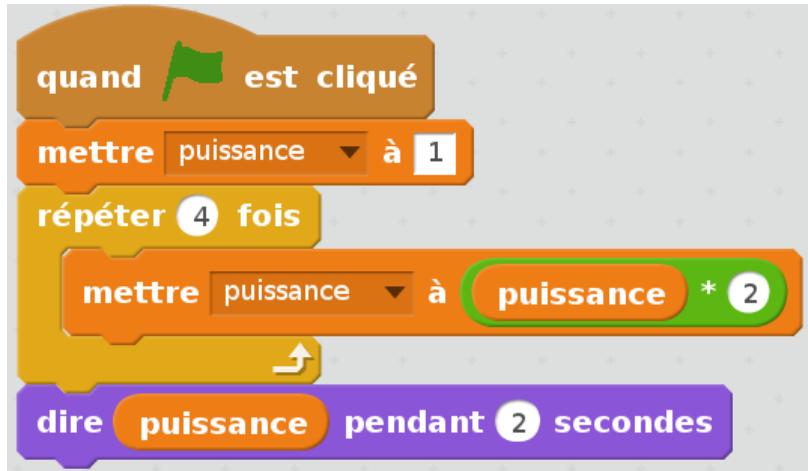
Suis les instructions ci-dessous et écris dans le tableau ce que tu fais, les nombres que tu mets dans la boîte, et ce que tu dis à la fin.

N° ligne	Ce que tu fais

2) À quoi sert l'algorithme ?

3) Camille a décidé d'implémenter l'algorithme en Scratch. Voici son programme ci-dessous.

Ligne 1
Ligne 2
Ligne 3
Ligne 4
Ligne 5



À quoi correspond « puissance » dans l'algorithme de départ ?

Exécute le programme pas à pas en décrivant les différentes étapes avec les valeurs successives prises par la variable « puissance ».

Le programme fait-il ce qui est demandé ?

Sinon que fait-il ?

Que se passe-t-il si on remplace la ligne



par la ligne

