

Les mini-drones : de nouveaux outils pour s'initier à la programmation informatique

Éric Greff, EN COLLABORATION AVEC Baptiste Melgarejo

DANS LA NOUVELLE REVUE DE L'ADAPTATION ET DE LA SCOLARISATION 2017/2 N° 78 , PAGES 239 À 254
ÉDITIONS INSEI

ISSN 1957-0341

ISBN 9782366160499

DOI 10.3917/nras.078.0239

Date de mise en ligne : 28/08/2017

Article disponible en ligne à l'adresse

<https://shs.cairn.info/revue-la-nouvelle-revue-de-l-adaptation-et-de-la-scolarisation-2017-2-page-239?lang=fr>



Découvrir le sommaire de ce numéro, suivre la revue par email, s'abonner...
Scannez ce QR Code pour accéder à la page de ce numéro sur Cairn.info.



Distribution électronique Cairn.info pour INSEI.

Vous avez l'autorisation de reproduire cet article dans les limites des conditions d'utilisation de Cairn.info ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Détails et conditions sur cairn.info/copyright.

Sauf dispositions légales contraires, les usages numériques à des fins pédagogiques des présentes ressources sont soumises à l'autorisation de l'Éditeur ou, le cas échéant, de l'organisme de gestion collective habilité à cet effet. Il en est ainsi notamment en France avec le CFC qui est l'organisme agréé en la matière.

Les mini-drones : de nouveaux outils pour s'initier à la programmation informatique

Éric GREFF

Responsable de l'Observatoire
des ressources numériques adaptées (Orna)
INS HEA

En collaboration avec Baptiste MELGAREJO
Enseignant spécialisé et coordonnateur d'Ulis Pro à Sarreguemines

Résumé : Les nouveaux programmes de 2015 concernant l'école élémentaire et le collège font clairement référence à l'algorithmique et au codage informatique. Nous observons que ces deux compétences peuvent être travaillées à travers la programmation de certains mini-drones. Celle-ci offre la possibilité d'initier tous les élèves, y compris ceux à besoins éducatifs particuliers, non seulement à l'algorithmique et au codage informatique mais aussi à d'autres apprentissages fondamentaux.

Mots-clés : Algorithmique - Anticipation - Codage informatique - Construction de l'espace - Programmation - Séquentialité.

Mini-drones: new tools to learn computer programming

Summary : The new 2017 programs concerning primary school and middle school clearly mention computer algorithms and computer coding. We have seen that these two skills can be learned by programming certain mini-drones. This approach makes it possible to initiate all pupils, including those with special educational needs, not only into algorithms and computer coding, but also into other basic skills.

Keywords : Algorithms - Anticipation - Computer coding - Construction of space - Programming - Sequentiality.

INTRODUCTION

La notion d'algorithmique et de codage informatique apparaît pour la première fois, sans ambiguïté, dans les programmes de 2015 destinés à l'école élémentaire et au collège.

S'il existe plusieurs stratégies pour étudier ces domaines d'apprentissage, on observe dans les classes deux axes majeurs d'expérimentation :

- Le premier concerne la robotique pédagogique et l'utilisation de robots de plancher programmables. Nous avons déjà évoqué cette possibilité et son opportunité

pour les élèves à besoins particuliers dans l'article intitulé « Le robot Blue-Bot et le renouveau de la robotique pédagogique¹ ».

- Le second s'appuie sur le langage de programmation par bloc appelé « Scratch » pour lequel Sandrine Boissel a mis au point « AccessiDVscratch », une version pour déficients visuels évoquée dans l'article intitulé « Mallette Accessi DV scratch "Scratch débranché en braille et gros caractères" ».

Nous nous sommes interrogés sur la possibilité de réunir ces deux axes et il nous est apparu que certains mini-drones programmables étaient, à la fois, des robots pouvant se déplacer dans un espace en trois dimensions et des mobiles programmables par un langage de programmation par bloc, proche de Scratch.

Si le pilotage direct des drones ne dépend certes pas de l'école, sa programmation est tout à fait légitime dans le champ éducatif. De plus, le drone est un objet « positif », potentiellement attractif et les premières expérimentations montrent qu'il a sa place auprès des élèves en situation de handicap.

L'ALGORITHMIQUE, LE CODAGE INFORMATIQUE ET L'UTILISATION DES OBJETS PROGRAMMABLES AU PROGRAMME DU CYCLE 3 DE L'ÉCOLE PRIMAIRE ET DU CYCLE 4 DU COLLÈGE

Le *Bulletin officiel* spécial n° 11 du 26 novembre 2015 portant sur le programme d'enseignement du cycle de consolidation (cycle 3) fait apparaître les items suivants :

- Les élèves découvrent l'**algorithme** en utilisant des logiciels d'applications visuelles et ludiques. Ils exploitent les moyens informatiques en pratiquant le **travail collaboratif**.
- **(Se) repérer et (se) déplacer dans l'espace** en utilisant ou en élaborant des représentations.
- **Se repérer, décrire ou exécuter des déplacements**, sur un plan ou sur une carte.
- **Accomplir, décrire, coder des déplacements** dans des espaces familiers.
- **Programmer les déplacements d'un robot** ou ceux d'un personnage sur un écran.
- **Situations donnant lieu à des repérages dans l'espace ou à la description, au codage ou au décodage de déplacements.**

Dans le volet du programme d'enseignement du cycle des approfondissements (cycle 4), il est précisé :

- Un enseignement d'informatique est dispensé à la fois dans le cadre des mathématiques et de la technologie.

Celui-ci n'a pas pour objectif de former des élèves experts, mais de leur apporter des clés de décryptage d'un monde numérique en évolution constante. Il permet d'acquérir des méthodes qui construisent **la pensée algorithmique** et développent des compétences dans la représentation de l'information et de son traitement, **la résolution de problèmes**, le contrôle des résultats. Il est également l'occasion de mettre en place des modalités d'enseignement fondées sur une **pédagogie de projet, active et collaborative**. Pour donner du sens aux apprentissages et

1. Greff, É. (2016). *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, 75.

valoriser le travail des élèves, cet enseignement doit se traduire par la réalisation de **productions collectives** (programme, application, animation, sites, etc.) dans le cadre d'activités de création numérique, au cours desquelles les élèves développent leur autonomie ainsi que leur aptitude au **travail collaboratif**.

- **Appliquer les principes élémentaires de l'algorithmique et du codage à la résolution d'un problème simple.**

- L'informatique et la programmation.

La technologie au cycle 4 vise à conforter la maîtrise des usages des moyens informatiques :

Cet enseignement vise à appréhender **les solutions numériques pilotant l'évolution des objets techniques** de l'environnement de vie des élèves. Les notions d'**algorithmique** sont traitées conjointement en mathématiques et en technologie. Dans le **cadre des projets**, les élèves utilisent des outils numériques adaptés (organiser, rechercher, concevoir, produire, planifier, simuler) et **conçoivent tout ou partie d'un programme**, le compilent et l'exécutent pour répondre aux besoins du système et des fonctions à réaliser. Ils peuvent être initiés à **programmer avec un langage de programmation couplé à une interface graphique pour en faciliter la lecture**. La conception, la lecture et la modification de la programmation sont réalisées au travers de **logiciels d'application utilisant la représentation graphique simplifiée des éléments constitutifs de la programmation**.

- Écrire, mettre au point et exécuter un programme.

- Écrire, mettre au point (tester, corriger) et exécuter un **programme commandant un système réel et vérifier** le comportement attendu.

- Analyser le comportement attendu d'un système réel et **décomposer le problème posé en sous-problèmes** afin de structurer un programme de commande.

- Écrire un programme dans lequel des actions sont déclenchées par des événements extérieurs.

- **Notions d'algorithmie et de programme.**

- Notion de variable informatique.

- **Déclenchement d'une action par un événement, séquences d'instructions, boucles**, instructions conditionnelles.

- **Systèmes embarqués.**

- **Forme et transmission du signal.**

- Capteur, actionneur, interface.

- Concevoir, paramétrer, programmer des applications informatiques pour des appareils nomades.

- **Observer et décrire le comportement d'un robot** ou d'un système embarqué. En décrire les éléments de sa programmation.

- Écrire, à partir d'un cahier des charges de fonctionnement, **un programme afin de commander un système programmable** de la vie courante.

- **Modifier un programme existant** dans un système technique, afin d'améliorer son comportement, ses performances pour mieux répondre à une problématique donnée.

- Les moyens utilisés sont des systèmes pluri-technologiques réels didactisés ou non, dont la programmation est pilotée par un ordinateur ou une tablette numérique.

Notre choix s'est donc porté sur le robot « *Airborne swat* » de la marque française Parrot. Il s'agit d'un robot, c'est-à-dire d'un objet cybernétique se déplaçant en fonction d'un programme écrit par l'utilisateur. La particularité et l'attrait de ce robot est qu'il peut à la fois se programmer et se déplacer dans l'espace (et pas seulement dans le plan).

LE DRONE : UN ROBOT QUI SE DÉPLACE DANS L'ESPACE

La marque Parrot est le leader français dans le domaine des mini-drones. Cette marque a retenu notre attention car nombre de ses productions sont programmables à l'aide d'un langage de programmation de type « *Scratch* ». En effet, si le maniement direct du drone est ludique, c'est sa programmation dans l'espace qui constitue un véritable objet d'apprentissage.



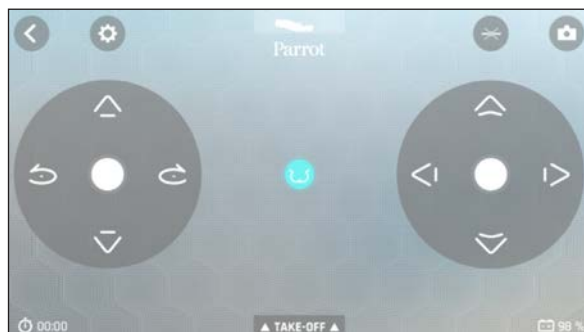
Description

Nous nous sommes intéressés spécifiquement au Parrot Airborne Night Swat qui est un mini-drone de dernière génération (décembre 2016), robuste et résistant bien aux chutes.

Il présente également l'avantage d'avoir une fonction « *Take off* » qui le met en vol stationnaire de manière stable et une fonction « *Land* » qui lui permet d'atterrir en douceur. Il est doté, à l'avant, de deux petits phares sur lesquels on peut faire des réglages (intensité, clignotement...); il intègre également un appareil photo, de qualité médiocre, permettant de prendre des photos « vues du haut ».

Ce petit quadrotère pèse 54 grammes, peut atteindre la vitesse de 18 km/h et faire des figures acrobatiques (saltos, loopings...) préprogrammées par le constructeur. On peut télécharger gratuitement, sur téléphone ou tablette iOS ou Android « *FreeFlight Mini* », une application pour le pilotage direct munie d'une interface utilisateur très intuitive.

La connexion entre la tablette et le drone se fait par liaison Bluetooth, de manière simple et rapide. La durée de vol est d'environ 10 minutes, le temps de charge de la batterie de 25 minutes et le rayon d'action du drone de 20 mètres au maximum. L'achat d'un chargeur et de quelques batteries supplémentaires est indispensable pour une utilisation pédagogique.



LA PROGRAMMATION DES ROBOTS ET DES DRONES

Il n'y a pas d'informatique sans langage. L'informatique est formelle; elle consiste en une manipulation d'écritures. « *On ne saurait concevoir la mise en œuvre effective d'un calcul sur ordinateur sans impliquer un codage².* »

Un langage pour coder

Lorsque l'on veut expliquer à autrui (ou à une machine) comment effectuer une action complexe, on commence par analyser le problème puis on le simplifie en le décomposant sous-tâches plus simples. Une fois ce travail primordial réalisé, on exprime sa solution dans un langage compréhensible par l'interlocuteur (ou la machine). On notera cependant que les langages modernes (Scratch, par exemple) sont tellement proches des structures algorithmiques qu'ils permettent de rédiger directement les algorithmes dans le langage de programmation.

Coexistent donc, d'une part un algorithme exprimé dans un langage informatique volontairement proche de la langue humaine pour des raisons de lisibilité, et d'autre part, un micro-processeur de robot extrêmement rudimentaire, sensible uniquement à la présence ou à l'absence de courant électrique dans ses circuits. Le rôle du compilateur (ou de l'interpréteur) est de transcrire ce langage évolué en un langage machine que cette dernière peut comprendre. Autrement dit, l'utilisateur (l'élève) n'a pas à se soucier de savoir quel moteur du drone doit fonctionner ni à quelle vitesse il doit tourner. Il a juste à exprimer qu'il souhaite que le drone s'élève durant 3 secondes pour que les moteurs du drone, permettant d'effectuer ce mouvement, se mettent en action.

Il a existé de nombreux langages informatiques. En 1984, il y a 33 ans, **B. Meyer** et **C. Baudoin** estimaient déjà leur nombre à plusieurs centaines³, chaque concepteur espérant créer le plus efficace, le plus « généraliste » ou le plus facile à enseigner. Nombre de ces langages sont tombés en désuétude ou ne sont pratiquement plus employés.

2. Vaudène, D. (1992). *Une contribution à l'étude des fondements de l'informatique*, Thèse de doctorat d'État, p. 37.

3. Meyer, B et Baudoin, C. (1984). *Méthodes de programmation*. Eyrolles, p. 20.

Par leur structure et leur syntaxe, certains langages sont mieux adaptés que d'autres à tel ou tel type d'applications. Les uns ont donc la préférence des scientifiques, d'autres des gestionnaires, d'autres encore des pédagogues.

Actuellement (en 2017), Scratch est l'un des langages qui a la préférence des enseignants.

Résolution de problèmes et programmation

Programmer un drone conduit à se mettre dans une situation de résolution de problèmes, c'est-à-dire s'impliquer dans une tâche à résoudre en utilisant les moyens dont on dispose. Ces derniers peuvent correspondre à l'état des connaissances de l'élève qui doit résoudre le problème mais aussi à des contraintes liées à son énoncé (défi) qui peut restreindre les opérations permises ou imposer une procédure particulière de résolution (« sans utiliser la commande "pivoté à droite," envoyer le drone... »).

Jean-Michel Hoc⁴ propose alors de « *considérer un problème comme la représentation qu'un sujet construit à partir d'une tâche, sans disposer immédiatement d'une procédure admissible pour atteindre le but* », cette représentation se construisant elle-même à partir de l'énoncé.

Le programmeur adaptera un nouveau « *Système de représentation et de traitement* » (SRT) en fonction du langage de programmation qu'il aura à utiliser.

Les recherches concernant l'acquisition des compétences en programmation sont essentiellement axées sur le traitement des données. Ceci est dû à l'importance que revêt la planification dans la programmation et au développement de méthodes de programmation pour débutants privilégiant l'organisation des actions.

Le terme de « représentation » recouvre des sens multiples. La représentation d'un problème qu'évoque Jean-Michel Hoc est, dans un premier temps, « inconsciente ». Elle correspond à l'idée initiale qu'on se fait du problème, à partir de son énoncé, sans envisager a priori le mode de résolution. Cependant, la manière dont on se « représente » le problème influe sur son mode de résolution et sur la réussite de celle-ci. En effet, la modélisation que l'on va opérer peut dépendre de la façon dont on aura appréhendé, au départ, les données disponibles et les tâches à effectuer. Néanmoins, l'apprenant acquerra, sur certaines catégories de problèmes, une expérience et une antériorité. Il saura qu'il a déjà résolu, avec ou sans succès, tel type de problème de telle manière et utilisera donc, ensuite, en priorité, le même type de représentation efficiente pour des problèmes qui lui semblent analogues. Ainsi, peu à peu, le système de représentation, lié à telle catégorie de problème, deviendra dépendant du mode de résolution.

La représentation du problème posé ne sera alors plus « vierge ». Elle deviendra, en quelque sorte, « consciente » et sera liée au passé informatique de l'apprenant. Le travail de l'élève informaticien consiste à passer d'un problème concret (défi) au programme correspondant. L'élève se rapprochera d'une programmation « déclarative » qui privilégie la structuration des données et leurs interrelations.

4. Hoc, J.-M. (1987). L'apprentissage de l'utilisation des dispositifs informatiques par analogie à des situations familiales. *Psychologie française*, 32(4), 217.

Le programmeur débutant se heurte à une double difficulté. D'une part, il s'agit de se confronter à un cadre informatique composé, entre autres, d'une structuration précise imposée par les règles de fonctionnement du drone qui rendent difficiles une résolution que l'on aborderait aisément dans un contexte plus libre. D'autre part, il convient de pouvoir exprimer, dans le langage de programmation choisi, la procédure de résolution que l'on aura su élaborer. « *Le difficile, ce n'est pas d'apprendre les mots d'un langage mais d'avoir quelque chose à dire* » nous rappelle **Jacques Arsac**⁵. Ce dispositif étant nouveau pour lui, l'informaticien néophyte tentera d'établir des « analogies » avec des systèmes plus familiers.

On attribue souvent l'embarras des nouveaux programmeurs à l'écart existant entre le langage naturel et le langage informatique. Or, il convient de rappeler que cette différence n'est pas fortuite et qu'un langage informatique dépend du dispositif qu'il commande, qu'il répond à des contraintes techniques et structurelles ainsi qu'à des impératifs de fonctionnement et de validité.

Pour établir un programme, l'apprenant novice devrait « enchaîner » les actions à effectuer.

Pour aider l'élève à élaborer un algorithme, on pourra partir d'une description « libre » de la solution envisagée en langage naturel et de la succession des tâches à accomplir : « d'abord le drone doit monter puis aller là puis revenir ». On sera ensuite amené à se demander quelles instructions préprogrammées du langage peuvent nous aider à effectuer ces tâches. Ici par exemple, c'est le bloc-instruction « *Take off* » qui correspond à « d'abord le drone doit monter ».

Un programme peut être considéré selon deux points de vue. Le premier, dit « modèle fonctionnel », s'intéresse plus particulièrement au problème à résoudre et aux moyens utilisés pour y parvenir. Le second, dit « modèle de la réalisation », est plutôt orienté vers la composante « dynamique » de son exécution et les changements d'état qui s'y rapportent. Ces deux approches sont cependant difficilement dissociables et interagissent en permanence. Les problèmes cognitifs concernant les procédures de traitement informatique d'un problème sont indissociables des langages de programmation utilisés.

En informatique, les traitements sont séquentiels : concevoir un programme suppose non seulement une décomposition en tâches élémentaires mais également un ordonnancement de l'exécution de ces modules.

Structure de contrôle

La notion d'itération est essentielle en informatique. Elle consiste à recommencer une action ou un groupe d'actions. On crée alors des « boucles » dont il convient qu'elles ne soient pas infinies.

On distingue, en informatique, essentiellement deux types d'itérations :

- Une itération pour laquelle le programmeur connaît, à l'avance, le nombre de répétitions à effectuer et que nous nommerons « **itération indicée** ». Il suffit alors d'indiquer quelles sont les instructions à reproduire et le nombre de répétitions désiré.

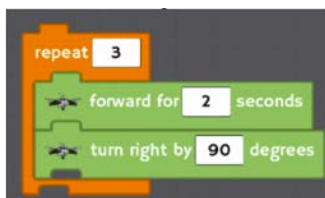
5. Arsac, J. (1991). *Préceptes pour programmer*. Dunod.

- Une « **itération conditionnelle** » utilisée lorsque le nombre de répétitions à effectuer n'est pas connu à l'avance mais dépend du changement de valeur d'une expression booléenne. Dans ce cas, le bloc d'instructions est toujours effectué en entier.

On distingue éventuellement deux types de répétitions conditionnelles suivant que la condition à remplir est examinée avant ou après l'action à effectuer. On a donc les structures :

- **Tant que** Condition_remplie **Répéter** Action
- **Répéter** Action **jusqu'à** Condition_remplie

Le langage permettant la programmation du drone ne dispose que d'une « structure de contrôle » ; il s'agit de « **l'itération indiquée** » :



L'itération indiquée consiste en la répétition d'une action (ou d'un bloc d'actions) un nombre de fois donné et connu à l'avance. Elle est communément nommée « boucle » et comprend trois éléments :

- La structure de boucle elle-même [ci-dessus en orange (« *repeat...* »)].
- Le nombre d'itérations, ici 3.
- Le corps de la boucle constitué du bloc d'instructions à répéter [ci-dessus en vert (*forward for 2 seconds / turn right by 90 degrees*)].

DU DRONE LUDIQUE AU DRONE PÉDAGOGIQUE

Tynker

Comme nous l'indiquions ci-dessus, la dimension pédagogique de ce drone est constituée par sa possibilité de programmation.

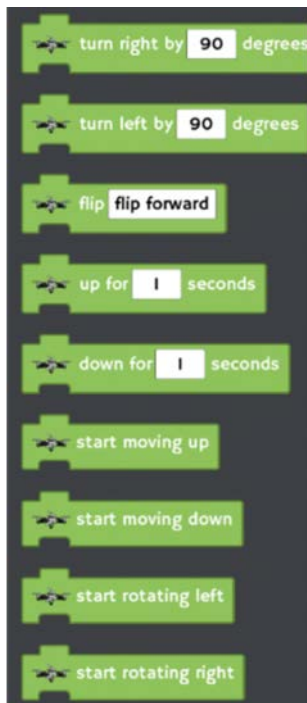
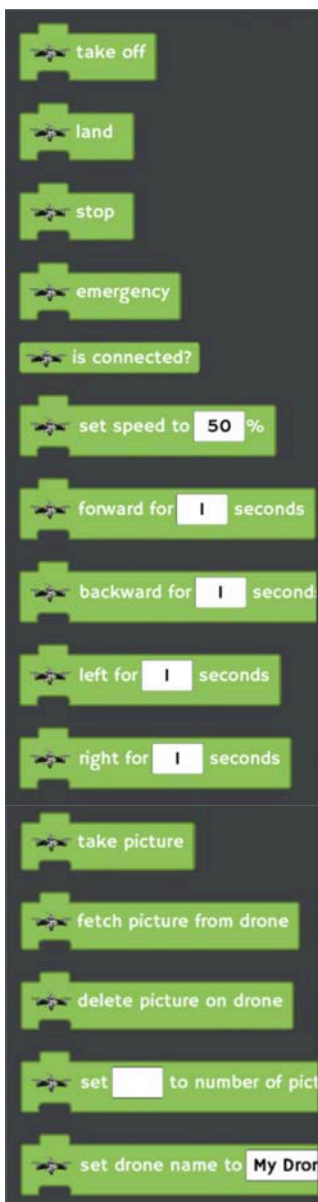
Pour cela, il convient de télécharger gratuitement (sur téléphone ou tablette iOS ou Android) l'application « **Tynker** », qui permet de programmer le drone Parrot Airborne Night Swat (et d'autres quadrotères de la marque).

Pour démarrer la programmation du robot, la méthode est très simple. Il s'agit :

- D'activer le Bluetooth de la tablette et d'apparier la tablette avec le drone.
- De lancer l'application Tynker, de cliquer sur Project, puis sur Create New Project.
- De cliquer sur Connected Toys, puis sur Air Controller.
- De vérifier que le drone est reconnu par l'application et connecté (point vert).
- De créer son programme.

Tynker est un langage de programmation de type « Scratch », mais uniquement disponible en anglais, dans lequel on associe des blocs de commandes.

Voici les commandes disponibles :



Ces instructions permettent de prévoir les mouvements du robot :

- décolle/atterrit,
- avance/recule, monte/descends, pivote à droite/pivote à gauche durant x secondes,
- commence à monter/descendre/tourner à droite/tourner à gauche.

Elles permettent en outre de :

- faire une figure particulière (flip) avant/arrière/droite/gauche,
- prendre une photo à partir du drone, de la télécharger sur la tablette, de l'effacer de la mémoire du drone.

Le programmeur dispose également de structures de contrôle et d'autres instructions :



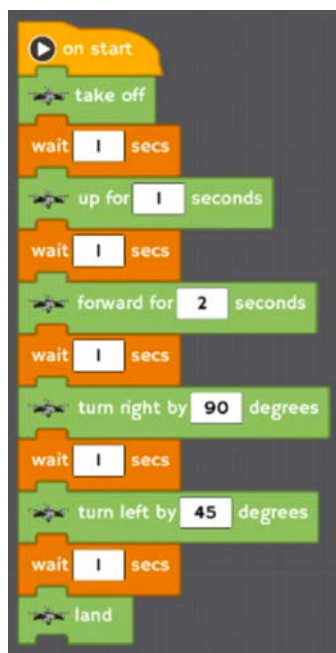
Lorsque le programmeur clique sur la flèche, le programme démarre.

La structure de contrôle « répétition indiquée » qui permet de répéter un bloc d'instructions le nombre de fois voulu.

La structure de contrôle « Si... Alors » n'est pas utilisable avec ce drone.

Temporisation de x secondes.

Ainsi on peut combiner les instructions afin de constituer un programme :



On notera qu'on a préféré utiliser une brève temporisation d'une seconde entre chaque mouvement du drone afin de lui laisser le temps de se stabiliser.

Intérêts de la programmation du drone

Rappelons encore qu'il ne s'agit pas de piloter un drone mais de le programmer, ceci conformément aux nouveaux programmes de l'école primaire de 2015 qui préconisent l'apprentissage du code informatique.

Il s'agit donc, ainsi que nous l'avons toujours soutenu, d'utiliser le drone (comme tout robot pédagogique) pour « résoudre des problèmes ». Par exemple :

« Le drone est posé sur la table, orienté vers la fenêtre. Il doit passer dans le cadre installé, aller survoler une zone fixée, la photographier et revenir à sa position de départ en retraversant le cadre dans l'autre sens. »

Une fois le problème posé, l'élève devra réaliser le programme, c'est-à-dire l'enchaînement d'instructions qui permettra au drone de réaliser le parcours souhaité. Pour ce faire, l'élève devra associer les instructions écrites sur la tablette aux mouvements supposés du drone. Il devra donc travailler les compétences suivantes :

- construire l'espace et le temps,
- être capable d'anticiper :
 - . un parcours,
 - . un résultat,
 - . une mesure de distance,
 - . une mesure d'altitude,
 - . une durée,
 - . une position.
- se décentrer,
- utiliser le vocabulaire topologique « à droite », « à gauche », « au-dessus de », « en dessous de »...
- être capable de remettre en cause, d'ajuster son résultat,
- verbaliser le déplacement, les erreurs, les ajustements.

Dans cette optique de « résoudre des problèmes » avec un drone pédagogique a été créé le site **DefiDrone** (<http://defidrone.jimdo.com/>).

Le principe de ce site collaboratif est le suivant : « *Se lancer dans #defidrone, c'est faire programmer un drone pour lui faire réaliser des actions définies en amont. Il s'agit de proposer aux élèves une initiation ludique au code, telle qu'elle est prévue dans les nouveaux programmes du collège. Aujourd'hui, de nombreux drones se programment à partir d'une tablette ou d'un ordinateur. Toutes les disciplines sont concernées et trouvent une place, des nécessaires calculs mathématiques aux interactions avec le drone en EPS. Mettre en projet l'enfant pour l'inspirer et rendre les enseignements inspirants. Le drone au centre. Les élèves autour. Ou l'inverse. Les compétences en construction en ligne de mire, de la maternelle au Bac.* »

Pour y parvenir, le principe est le suivant :

1. Créer un atelier Defidrone dans lequel les élèves s'initient à la programmation avec des drones.
2. Avec les élèves, choisir un défi sur le site Defidrone et le réaliser.
3. Filmer la réussite (ou non) du défi et partager la vidéo sur le compte twitter de l'atelier.
4. Avec les élèves, proposer un défi sur le site pour faire vivre la communauté.
5. Ne pas oublier de mettre le compte Twitter @defi_drone en copie, pour partager

cette expérience collaborative.

« Se lancer dans un "atelier drone" et faire découvrir la programmation aux élèves dans le cadre du cours de technologie, d'un EPI, d'un "club" ou de tout autre dispositif, c'est un nécessaire premier pas. Partager ces activités, faire collaborer ses élèves autour d'un projet commun et travailler avec d'autres élèves, c'est encore mieux. Grâce au réseau Twitter, les élèves des ateliers lancent et relèvent des défis en France, en Belgique, en Suisse, au Canada, et dans tous les établissements francophones. Ce faisant, ils sont amenés à utiliser les réseaux sociaux de façon responsable, en plus de travailler dans une logique collective au sein de leur atelier. »

Un recueil d'exemples d'activités pédagogiques autour des drones Parrot, envisageables avec les élèves, est disponible sur le net : http://ticeps.free.fr/parrot_education/40%20activit%C3%A9s%20Parrot%20Educators%20v1.pdf

Le drone Parrot Airborne Night Swat et les élèves en situation de handicap

L'association du drone Parrot Airborne Night Swat et du programme Tynker sur tablette numérique constitue une ressource intéressante pour les élèves en situation de handicap. En effet, le programme peut être sauvegardé sur la tablette et donc être vérifié, commenté, amendé en fonction du mouvement effectif du drone. Cependant, la programmation sur tablette pose des problèmes importants aux élèves ayant des difficultés motrices car le maniement des blocs instructions requiert une bonne motricité fine. Toutefois, dans l'hypothèse d'une intégration en milieu ordinaire, on peut concevoir une **collaboration** entre un élève handicapé moteur et un élève valide. Le premier prépare son trajet mentalement tandis que la série d'instructions est confiée au second pour la programmation effective du drone.

L'utilisation du drone offre un réel intérêt pour les élèves présentant des **troubles du langage**. En effet, cette activité est liée à la description précise des mouvements du quadrotère.

Il est également pertinent pour les élèves présentant des **troubles liés à la motricité**. En effet, c'est le mobile qui se déplace, en fonction des instructions qui lui sont données. Il y a **décentration** de l'élève.

Pour les élèves présentant des **TIFC**, la **décomposition** d'un mouvement très simple du drone peut permettre de les mettre en situation de réussite sur des problèmes simples. De plus, le drone est un objet très valorisant auprès des jeunes et savoir le programmer permet de leur renvoyer une image très positive.

Dans ce type d'activité, l'utilisation du drone programmable est un atout essentiel qui permet de **valider immédiatement** la solution proposée. Dès lors que son maniement ne constitue plus un problème, il offre l'indéniable intérêt d'un **objet cybernétique**, à la programmation rigoureuse, qui permet de vérifier (ou d'infirmer), de manière prégnante, les hypothèses avancées. Il constitue un excellent auxiliaire à de véritables activités de résolution de problèmes.

COMPTE RENDU DE BAPTISTE MELGAREJO

Vous trouverez ci-dessous le compte rendu de l'utilisation du drone Parrot Airborne par des élèves en situation de handicap, rédigé par Baptiste Melgarejo, enseignant spécialisé et coordonnateur d'Ulis Pro à Sarreguemines.

La formation à la programmation de drones par des élèves en situation de handicap (Troubles TFC) à des élèves neurotypiques

En ce qui concerne l'apprentissage, nous allons, dans un premier temps, examiner les critères de choix retenus pour un drone utilisé en salle :

1. Être accessible à tous (version grand public).
2. Avoir un coût raisonnable, que ce soit à l'achat ou à l'utilisation.
3. Trouver facilement des pièces détachées.
4. Être ludique, afin que les élèves en situation de handicap ne soient pas « inquiets » quant à la programmation de cet objet connecté.
5. Pouvoir se référer à une ou plusieurs communautés de passionnés qui alimentent de manière multiforme (vidéos, articles, défis) des réseaux sociaux, sites internet ou tutoriels vidéos.
6. Être le plus robuste possible, sans être dangereux pour l'utilisateur.
7. Être utilisable en salle de cours, pour une séance de plusieurs minutes.

L'Airborne (Night Swat ou Cargo) répond à l'ensemble de ces critères. Il est accessible et abordable (moins de 100 euros). C'est un drone relativement petit, facilement maniable dans une salle de cours (vitesse de pointe 18 km/h), équipé d'un appareil permettant de faire des photos « par le dessus » et facilement programmable grâce à l'application Tynker téléchargeable gratuitement sur iOS (App store) et Android (Google Play).

Les pièces détachées telles que les hélices ou les batteries sont disponibles dans les grandes surfaces et sur de nombreux sites internet, y compris celui du fabricant, à des coûts relativement abordables, une quinzaine d'euros pour une batterie et moins de cinq euros pour les hélices.

En 2 ans d'utilisation, nous n'avons pas eu de problème majeur. Seules les hélices ont été changées, suite aux nombreux chocs dus aux erreurs de pilotage ou de programmation.

Les détails techniques, ainsi que les utilisations possibles sont visibles sur :

- Le site du constructeur Parrot : <https://www.parrot.com/fr#>
- La page spécifique Parrot éducation : <http://edu.parrot.com> et <https://activities.parrot.com/>
- 40 activités spécifiques à l'apprentissage avec les drones : http://ticeps.free.fr/parrot_education/40%20activités%20Parrot%20Educators%20v1.pdf
- La page #défidrone : <https://defidrone.jimdo.com>

D'un point de vue pédagogique

« Il n'est pas de bonne pédagogie qui ne commence par éveiller le désir d'apprendre. » (Francois de Closets)

Nous sommes partis du désir d'apprendre pour nous poser la question de « comment apprendre » la programmation du code grâce à des objets novateurs et motivants pour les élèves.

Ainsi, à l'origine, nous avons décidé d'utiliser des drones pour apprendre le code, avec notamment des logiciels de type Tynker et nous nous sommes vite rendu compte que l'utilisation d'un drone ne s'arrêtait pas juste à sa programmation ou à son pilotage.

Dans cette partie nous ne reviendrons pas sur les différentes applications et logiciels qui permettent de programmer, d'utiliser ou encore de piloter un drone.

Nous observerons plutôt en quoi l'utilisation de drone a permis de mettre en place des pédagogies de type différenciée, participative, collaborative ou encore numérique. *Nous avons pris le parti de former des élèves à besoins particuliers (en situation de handicap) à l'utilisation de ces objets numériques afin qu'ils puissent transmettre leur savoir à leurs camarades permettant ainsi l'apprentissage entre pairs.*

Nous travaillons dans un lycée général et technologique accueillant environ 900 élèves et intégrant le dispositif Ulis Pro accueillant 10 élèves âgés de 15 à 16 ans ayant des troubles des fonctions cognitives.

Certains de nos élèves ont des troubles autistiques (TSA voir TED) mais peuvent échanger autour de l'utilisation des drones. Cependant la majorité des élèves ont des troubles des fonctions cognitives (TFC) qui les empêchent de se concentrer, de lire ou encore de dialoguer avec les autres.

De l'apprentissage frontal à l'apprentissage entre pairs

Dans un premier temps nous avons utilisé une pédagogie frontale : l'enseignant (ou l'élève) explique à l'ensemble de la classe le fonctionnement et la programmation du drone.

Puis, très naturellement, l'apprentissage par expérience s'est imposé ; ainsi l'élève a appris par lui-même, par essai/erreur, à faire voler des drones de type « Airborne ». Pour chacune de ses erreurs, l'élève peut discuter et échanger avec l'enseignant ou ses camarades pour comprendre les phénomènes logiques ou physiques liés à son erreur.

Ainsi, nous avons travaillé avec certains élèves sur la programmation mais aussi sur les flux thermodynamiques liés au déplacement des drones à l'intérieur d'une salle ou, même, sur les courants d'air.

Nous avons aussi étudié, plus simplement, les formes géométriques, pour programmer un déplacement de forme « carré », que ce soit avec des notions de longueurs et de temps de vol mais aussi en fonction de caps ou d'angles.

Ainsi les drones ont permis de travailler des notions logiques, géométriques, mathématiques mais aussi physiques ou mécaniques.

Dans un second temps, il est intéressant d'observer ce que les élèves ont retenu en les mettant à la place de l'enseignant afin de pouvoir former leurs camarades.

Pour cela, nous organisons un apprentissage entre pairs en demandant à des élèves dits neurotypiques, c'est-à-dire, sans handicap, s'ils désirent se former sur les drones avec l'aide d'un élève en situation de handicap (sans mettre l'accent sur le handicap).

Ainsi, nous avons montré à ces élèves « ordinaires » qu'ils peuvent apprendre des élèves du dispositif Ulis.

Il est intéressant d'observer que des élèves ayant des troubles déficitaires de l'attention font des efforts très importants pour pouvoir se calmer et expliquer de manière posée à des élèves ordinaires le fonctionnement d'un drone.

Et il est tout aussi intéressant d'observer que ces élèves ordinaires se posent désormais la question de savoir « pourquoi les élèves d'Ulis n'arrivent pas apprendre comme eux ? ».

*Dans une troisième phase, nous décidons de faire participer nos élèves à des « défis » grâce à une plate-forme nommée « défidrone » (<https://defidrone.jimdo.com>). Ainsi, nos élèves ont pour « mission » de décoder les consignes puis de préparer, de programmer et de filmer leur défi, afin de le mettre en ligne et de se soumettre aux réactions d'autres établissements à travers la France. Les élèves se sont très rapidement pris au jeu et ont échangé, grâce à des horaires aménagés, avec d'autres élèves du lycée afin de réaliser ces défis. Les élèves en situation de handicap ont ainsi proposé leurs défis, pour test, aux élèves dits « ordinaires ». À ce jour, lorsqu'un élève de l'établissement désire apprendre et se former sur la programmation des drones, il vient au sein du « FabUlis ». **C'est un élève en situation de handicap qui l'accompagnera dans sa démarche expérimentale afin d'apprendre à programmer un drone.***

Une concentration particulière

*Ce qui peut paraître compliqué, voire surprenant, est la **capacité de concentration d'un élève ayant des troubles déficitaires de l'attention** avec ou sans hyperactivité (TDA ou TDAH), lors de l'utilisation d'un objet de type « drone ».*

En effet, des élèves ayant des syndromes d'hyperactivité passent beaucoup de temps à essayer de se calmer pour expliquer à d'autres élèves le fonctionnement d'un drone.

Nous avons même mis à disposition un canapé pour permettre aux élèves d'apprendre autrement et de manière plus sereine.

Nous avons aussi travaillé sur la capacité de concentration de ces élèves TDA lorsque, par exemple, ils travaillaient sur une tâche plus classique, alors qu'autour

d'eux, d'autres élèves travaillent sur les drones, créant ainsi des perturbations au niveau attentionnel. Ainsi l'élève ayant des troubles déficitaires de l'attention explique à ses camarades ses difficultés à se concentrer. En retour, ses camarades prennent en considération ces troubles et s'organisent pour travailler sereinement sur ces deux activités distinctes. Ainsi, l'élève TDA apprend à se concentrer et se laisse moins distraire lorsqu'il est inclus en milieu ordinaire.

En conclusion

Les possibilités pédagogiques de ses objets programmables ne s'arrêtent pas à ces quelques exemples et nous vous invitons à consulter sur les réseaux sociaux, de type tweeter et autres, les communautés de pédagogues ou didacticiens qui partagent leurs situations d'apprentissages.

La limite de l'utilisation des drones dans l'apprentissage est la limite que l'on s'impose dans nos pratiques pédagogiques. Ainsi les drones sont des outils agréables, valorisants, sûrs et ludiques permettant de proposer des pédagogies spécifiques aux élèves à besoins particuliers, mais aussi à des élèves neurotypiques, favorisant ainsi les rencontres et les échanges entre pairs.

CONCLUSION

Le mini-drone est un objet cybernétique ayant un grand pouvoir attractif auprès des jeunes élèves. La possibilité d'une programmation simple, par blocs, permet à des élèves à besoins éducatifs particuliers de réussir les défis proposés et de devenir, auprès de leurs camarades neurotypiques des « experts » en programmation qui pourront les guider.

