

# Un robot au secours des abeilles !

ADRIEN LAKOMY\*, IGOR FERRIEU\*\*, KARL THOMAS\*\*\*

*Avec la mise en œuvre des nouveaux programmes de technologie, les robots débarquent en force au collège et permettent d'aborder de façon ludique l'algorithmie et la programmation. Voici un exemple de séquence pédagogique facilement transposable à de nombreux projets.*

Dans le cadre des travaux académiques mutualisés 2016-2017, le thème proposé en technologie était : « Réaliser, de manière collaborative, le prototype d'un objet communicant, permettant la mise en pratique des principes élémentaires de l'algorithmie et du codage. »

Le choix de ce thème permet l'étude de deux parties des nouveaux programmes de technologie : design, innovation et créativité d'une part, informatique et programmation d'autre part.

À cette fin, l'académie de Créteil a proposé une séquence pédagogique de conception et réalisation collaborative d'un robot appelé « robot SafeBee » commandé notamment par un smartphone. Ce robot est un petit véhicule qui, piloté à distance, permet d'effectuer des relevés à proximité de ruches.

## Un robot pour étudier l'impact de la pollution sur les abeilles

Les abeilles, en plus de produire du miel, sont des actrices importantes de la pollinisation. Sans elles, un tiers de ce que nous mangeons n'existerait pas. Malheureusement, depuis quelques décennies, les abeilles sont en déclin : on parle d'une diminution de 30 % de leurs populations. Plusieurs facteurs contribuent à ce déclin, dont notamment la pollution de l'air.

Afin de mieux connaître l'impact de la pollution de l'air sur les abeilles, ce projet permet d'effectuer des mesures de la qualité de l'air à proximité des ruches en toute sécurité à l'aide d'un robot, sans perturber les insectes et sans avoir à installer de matériel à demeure sur chaque site.

Le robot pilotable à distance est équipé de capteurs mesurant la température, l'hygrométrie, la luminosité et le taux de pollution. Les mesures sont

### MOTS-CLÉS

programmation, projet, réalisation collective

affichées en temps réel sur un smartphone, graphiquement et numériquement. Le smartphone permet aussi d'avoir un retour vidéo pour piloter le robot. De plus, il est possible de récupérer les valeurs des mesures dans un fichier CSV afin de les traiter ultérieurement.

### La problématique du projet

La problématique proposée est de programmer le robot SafeBee afin qu'il respecte le cahier des charges suivant :

- être piloté (avancer, tourner, reculer et s'arrêter) à distance grâce à un smartphone qui communique en bluetooth avec le robot ;
- afficher les valeurs de température, d'hygrométrie, de luminosité et du taux de pollution sur le smartphone ;
- allumer automatiquement les DEL RGB si la luminosité est faible (inférieure à 50 lux) ;
- commander à distance les DEL RGB (pour éclairer l'avant du robot) grâce à un smartphone par une liaison bluetooth ;
- avoir un retour vidéo sur le téléphone de l'utilisateur pour voir l'environnement proche du robot (filmé par un autre smartphone fixé sur le robot).

La figure 1 présente le fonctionnement de l'application qui doit être développée par les élèves pour respecter les contraintes du cahier des charges.

### Une exploitation pédagogique sur deux niveaux

L'exploitation pédagogique présentée est le développement possible d'une séquence sur deux niveaux de classes différents, en cinquième ou en troisième, faisant appel aux mêmes compétences du cycle 4, mais avec des niveaux d'approfondissement différents.

La séquence permet de travailler les compétences suivantes :

- réaliser de manière collaborative le prototype de tout ou partie d'un objet pour valider une solution ;
- exprimer sa pensée à l'aide d'outils de description adaptés : croquis, schémas, graphes, diagrammes, tableaux ;

\* Professeur au collège Adolphe-Chérioux de Vitry-sur-Seine (94).

\*\* Professeur formateur en technologie, enseignant au collège Jean-Perrin du Kremlin-Bicêtre (94).

\*\*\* Professeur au collège Victor-Duruy de Fontenay-sous-Bois (94).  
Source des documents : « Programmation du robot Safebee », niveau 3<sup>e</sup>, cycle 4, académie de Créteil.

- appliquer les principes élémentaires de l'algorithme et du codage à la résolution d'un problème simple ;
- simuler numériquement la structure et/ou le comportement d'un objet ;
- piloter un système connecté localement ou à distance ;
- analyser le comportement attendu d'un système réel et décomposer le problème posé en sous-problèmes afin de structurer un programme de commande ;
- modifier ou paramétrer le fonctionnement d'un objet communicant.

### Positionnement de la séquence suivant le niveau

En cinquième, les élèves commencent le cycle 4 et découvrent la simulation et la programmation. La séquence décrite est très centrée sur les compétences liées à l'attente de fin de cycle « Écrire, mettre au point et exécuter un programme » ; par conséquent, elle se positionne au cours du troisième trimestre. Plus tôt dans l'année, une séquence mettant en œuvre ces compétences a été proposée aux élèves afin de découvrir la programmation sous Ardublock.

En troisième, les élèves terminent le cycle 4 ; de ce fait, au cours des années de cinquième et de quatrième, ils ont découvert les notions de simulation et de programmation, la séquence peut donc se positionner à n'importe quelle période de l'année scolaire.

### Organisation et déroulé de la séquence

Le déroulé de la séquence est identique sur les deux niveaux, soit cinq séances d'une heure. Le travail proposé à la classe est organisé en îlots de quatre élèves, chaque groupe étant responsable d'un déplacement.

D'un point de vue matériel, chaque îlot dispose d'un robot SafeBee, d'une tablette sous Android et de deux ordinateurs équipés des logiciels Ardublock, SketchUp Make avec le *plug-in* SketchyPhysics et d'une connexion internet pour l'application App Inventor.



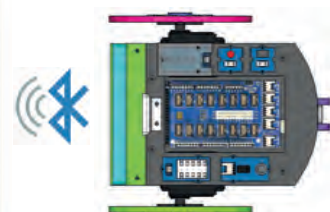
Écran 1 de l'application



Contrôle du déplacement et des DEL du robot en appuyant sur les touches de l'application

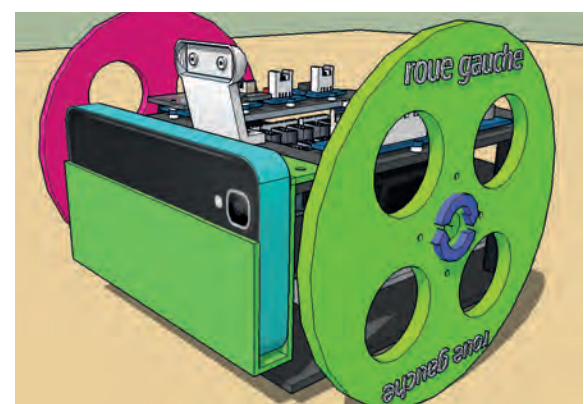


Écran 2 de l'application



Envoi des données des capteurs du robot vers le smartphone afin de les afficher

#### 1 Fonctionnement de l'application à développer



#### 2 Étude du déplacement sous SketchUp

**Séance 1**

L'objectif de la première séance est de rechercher les mouvements des roues qui permettront un type de déplacement du robot SafeBee (avancer, tourner à droite...) en utilisant le logiciel SketchUp équipé du *plug-in* SketchyPhysics **2**.

En classe de cinquième, chaque îlot devra rechercher un déplacement attendu en utilisant le fichier de simulation fourni par le professeur. Une fois les mouvements des roues définis, le professeur donne un premier programme sous ArduBlock à tester afin de découvrir la programmation des servomoteurs **3**.

En classe de troisième, chaque îlot devra rechercher deux déplacements attendus et les élèves devront en amont réaliser le fichier de simulation en saisissant les mouvements moteurs à l'aide du *plug-in* SketchyPhysics.

En fin de séance, une mise en commun a lieu pour regrouper l'ensemble des mouvements nécessaires au déplacement global du robot. Le professeur souligne l'intérêt d'une simulation numérique comme outil pour prévoir le comportement d'un objet ou pour vérifier si le fonctionnement de l'objet respecte le cahier des charges.

**Séance 2**

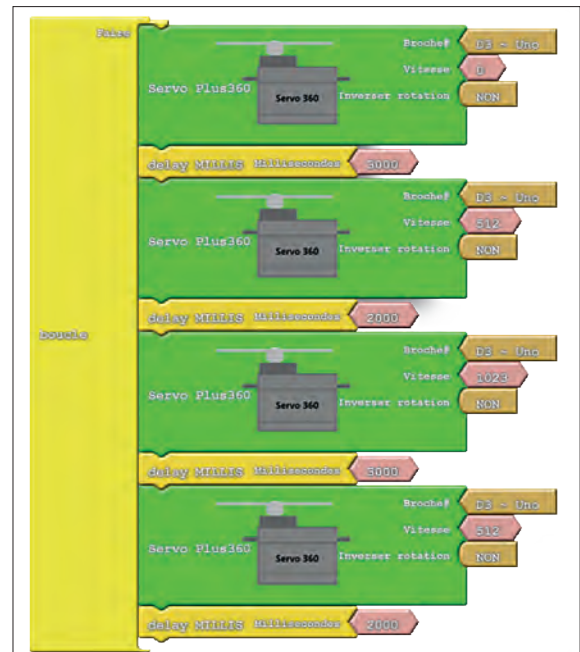
La deuxième séance a pour objectif de programmer un ou deux types de déplacement suivant le niveau.

En classe de cinquième, on demande dans un premier temps de compléter un algorithme du type de déplacement attendu, puis de réaliser sous ArduBlock le programme de celui-ci **4**. Dans un second temps, les élèves doivent tester un programme structuré en sous-programmes afin de comprendre l'intérêt d'une telle structure, puis d'ajouter le programme réalisé précédemment en tant que sous-programme **5**.

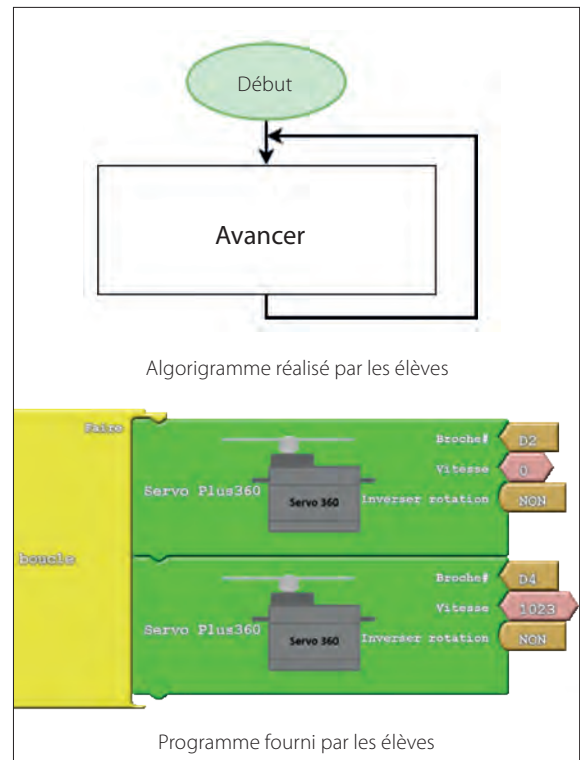
En classe de troisième, la démarche proposée est similaire ; il est juste demandé de programmer deux types de déplacement au lieu d'un seul. Par contre, l'algorithme correspondant **6** n'est pas fourni, les élèves doivent le dessiner. Enfin, concernant l'écriture des deux déplacements en sous-programmes, elle est effectuée dans la séance suivante.

Le bilan de fin de séance porte sur les algorithmes qui permettent de décrire plus facilement qu'avec un texte le déroulement d'un programme. En troisième, on insiste davantage sur les règles d'écriture simples des algorithmes.

Puis, en cinquième, on précise l'intérêt d'utiliser des sous-programmes au lieu d'un programme unique. En effet, ils permettent de faciliter la lecture du programme principal, de simplifier la recherche en cas d'erreur en testant chaque sous-programme et évitent de réécrire plusieurs fois la même action quand elle est répétitive.



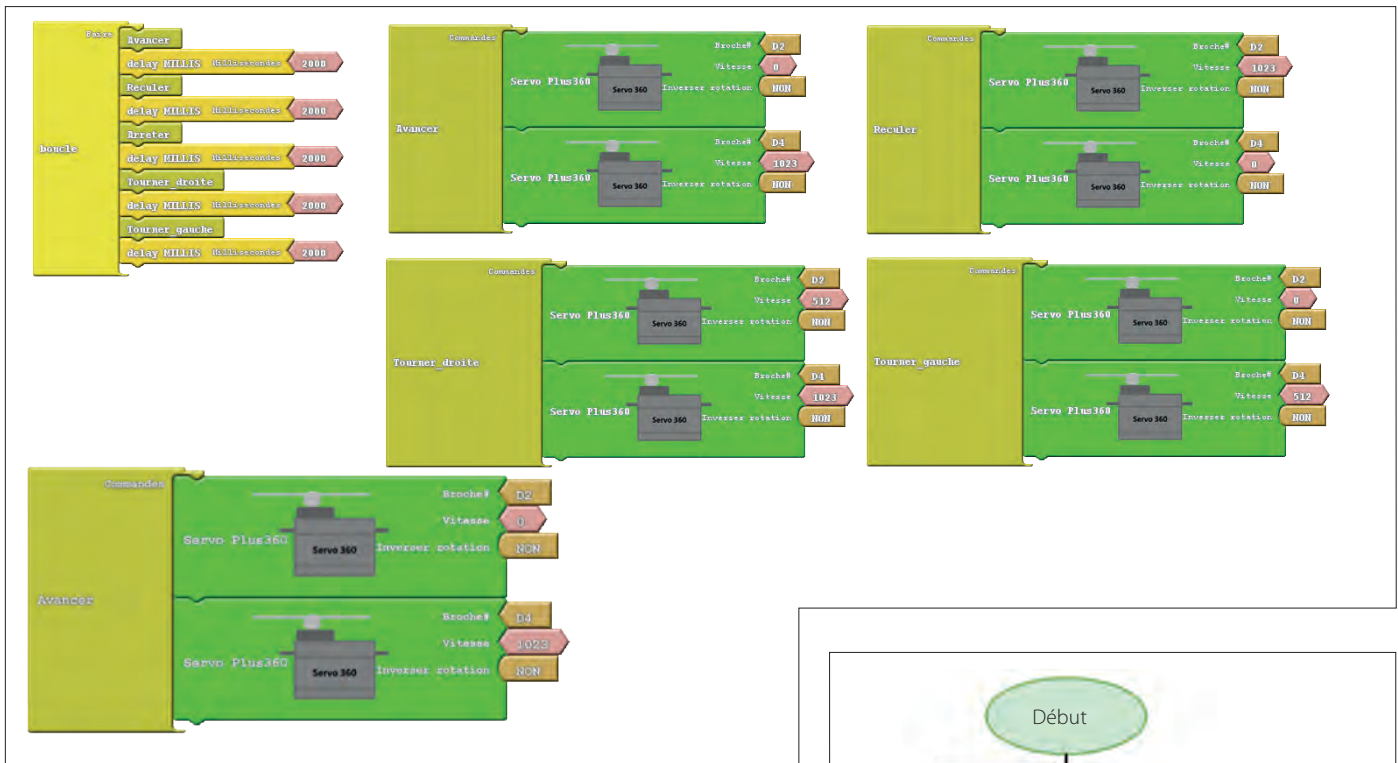
**3** Découverte de la programmation des servomoteurs



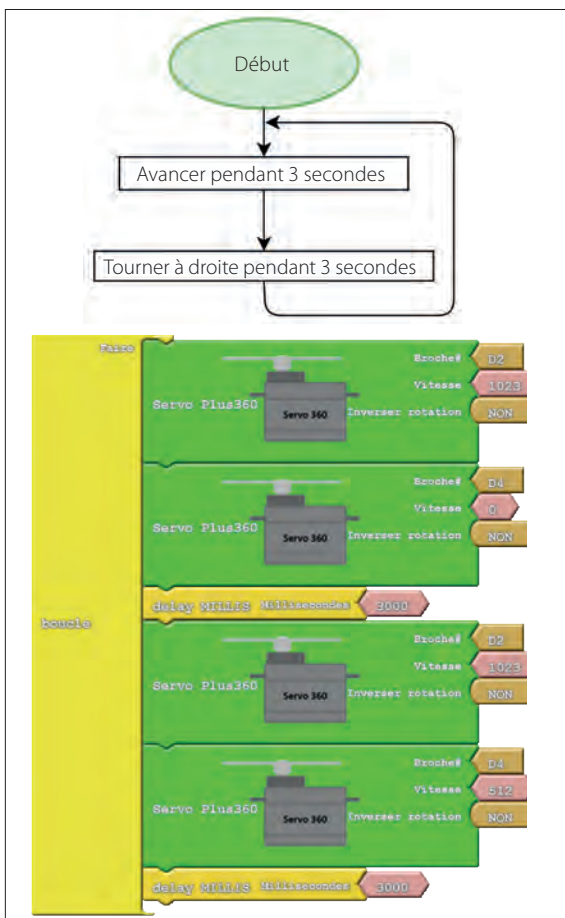
**4** Programmation d'un type de déplacement

**Séance 3**

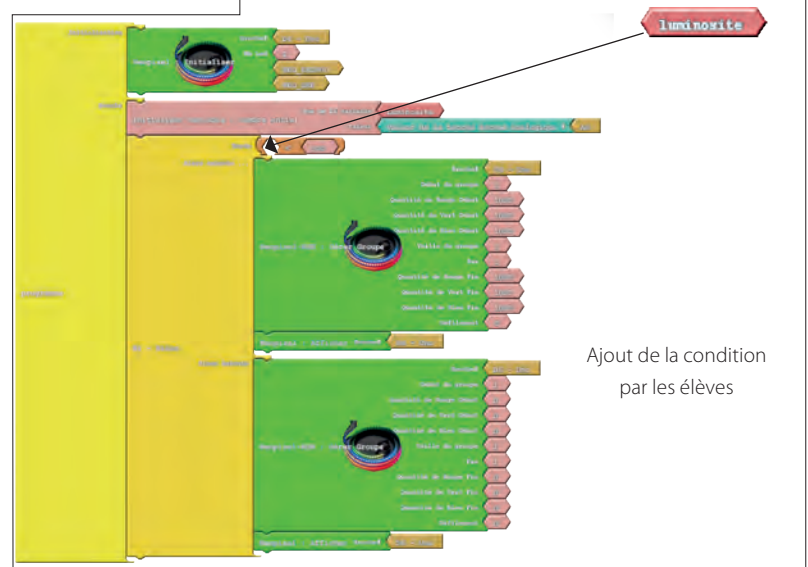
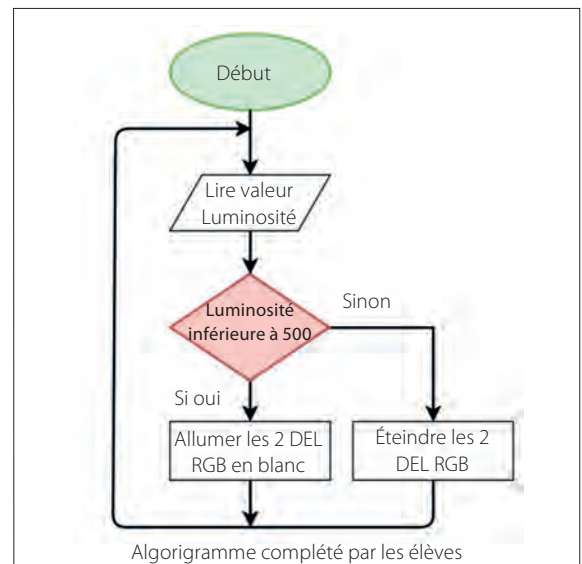
La troisième séance a pour objectifs de programmer la condition logique qui va permettre d'allumer des DEL en fonction de la valeur d'une variable (luminosité) et d'introduire la programmation sous App Inventor.



5 Structuration des sous-programmes

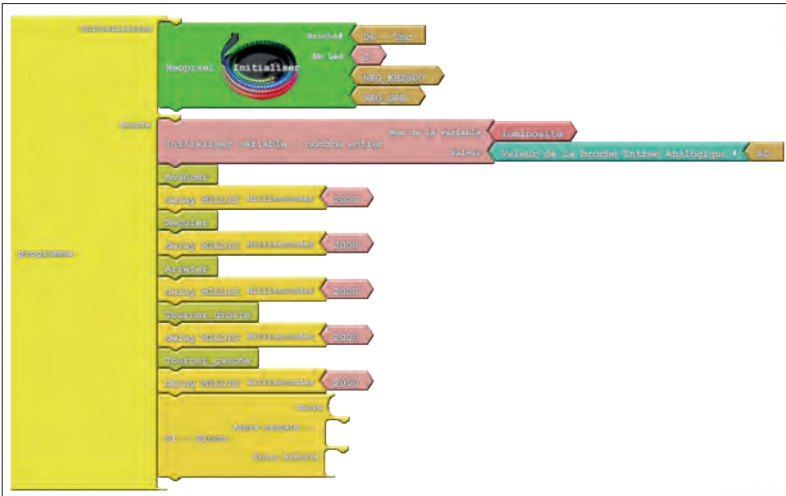


6 Programmation de deux types de déplacement



Ajout de la condition par les élèves

7 Programmation de l'allumage des DEL RGB en fonction de la luminosité



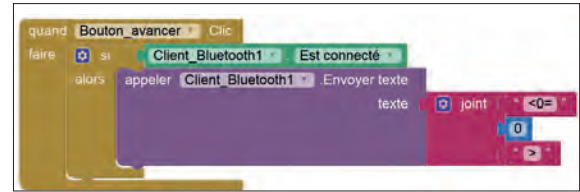
8 Programme incomplet des DEL RGB

En classe de cinquième, les élèves disposent d'un programme qui rassemble la programmation de tous les types de déplacement et le contrôle des DEL RGB. Dans ce programme, il manque uniquement la condition qui permet d'allumer ou d'éteindre les DEL RGB si la luminosité est inférieure à un seuil défini numériquement à 500 (environ 50 lux).

Les élèves doivent remplir l'algorithme de la partie du programme qui contrôle les DEL RGB, puis ajouter la condition manquante dans le programme 7. Au préalable, à l'aide d'un document ressource, les élèves ont étudié les variables et les opérateurs mathématiques, ainsi que leur utilisation sous Ardublock.

En classe de troisième, les élèves doivent modifier leur programme réalisé lors de la séance précédente en créant des sous-programmes pour chaque type de déplacement. À la suite, le professeur donne le programme incomplet qui contrôle les DEL RGB 8, demande aux élèves de dessiner l'algorithme de la partie du programme qui contrôle les DEL RGB, puis termine la séance en complétant le programme pour que les DEL s'allument en blanc si la luminosité est inférieure à 500.

En bilan de fin de séance, le professeur rappelle que les variables sont des symboles qui associent un nom à une valeur. La valeur peut être de quelque type



9 Bloc de l'application App Inventor à compléter en 5°

de donnée que ce soit (un nombre entier, un nombre décimal, une chaîne de caractères...). Le nom doit être unique. En général, les variables peuvent changer de valeur au cours du temps.

**Séance 4**

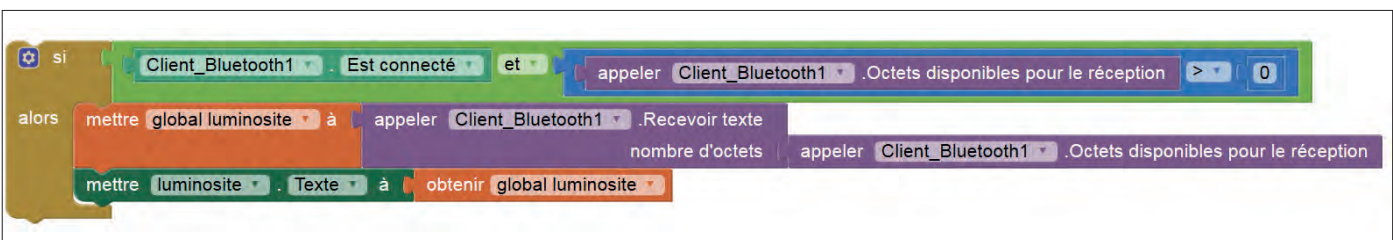
La quatrième séance a pour objectif d'ajouter la partie du programme dans l'application App Inventor qui permet de commander le type de déplacement dont chaque îlot a la charge.

En cinquième, à l'aide d'un tutoriel, les élèves réalisent progressivement l'application qui permet de contrôler un servomoteur à rotation continue. En troisième, les élèves complètent l'application App Inventor mise à disposition par deux blocs permettant de commander les deux types de déplacement dont ils ont la charge.

**Séance 5**

Pour cette dernière séance, les objectifs diffèrent suivant le niveau.

En cinquième, chaque îlot doit compléter le bloc fourni sur l'application App Inventor 9 en ajoutant son type de déplacement étudié. En troisième, à partir d'un exemple donné 10, les élèves doivent ajouter une partie de programme de l'application afin d'afficher la valeur d'un des capteurs (capteur de température, de pollution de l'air...) qu'ils ont en charge. Dans les deux cas, lors de la mise en commun, on retient que l'application App Inventor est un moyen de réaliser des applications sur Android. Une partie graphique permet de construire la partie interface graphique (boutons...) et une autre partie permet de définir les actions à réaliser. Elle met en œuvre une communication Bluetooth entre le téléphone et l'objet connecté. ■



10 Exemple de partie de programme donné aux élèves de 3°