



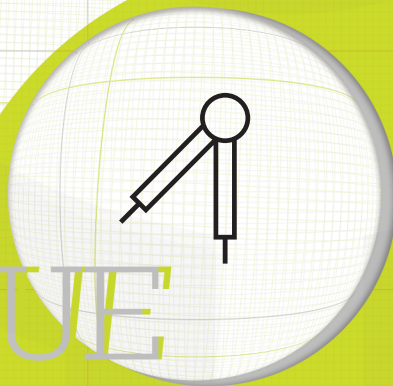
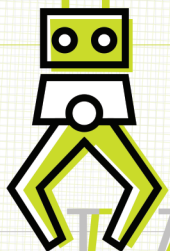
Dominique MOLLARD

Makeblock

Les outils pour vos projets électroniques,
robotiques et scientifiques



Fichiers
complémentaires
à télécharger



LA FABRIQUE

Les éléments à télécharger sont disponibles à l'adresse suivante :

<http://www.editions-eni.fr>

Saisissez la référence ENI de l'ouvrage **LFMAK** dans la zone de recherche et validez. Cliquez sur le titre du livre puis sur le bouton de téléchargement.



Avant-propos

Chapitre 1

Des briques aux blocs : connaissances, objets et code

1. STEAM : une approche par blocs de connaissance	9
1.1 Qu'est-ce que STEAM ?	9
1.2 Science	11
1.3 Technologie	12
1.4 Engineering	14
1.5 Arts	15
1.6 Mathématiques	16
1.7 STEAM en trois niveaux	17
2. Les systèmes classiques et historiques pour la construction d'objets par assemblage de blocs	19
2.1 Les briques et les blocs dans le monde réel : Meccano et Lego	19
2.2 Répéter pour inventer : le besoin de modèles et de modes d'emploi	20
2.3 Le composant réutilisable et ses facettes	21
2.4 L'assemblage et la métaconception	22
3. Des briques et des blocs de code avec Scratch, mBlock, Ardublock et Blockly	23
3.1 Scratch et le paradigme de la programmation visuelle par blocs	23
3.2 mBlock	25
3.3 Ardublock	26
3.4 Blockly	26

2 Makeblock - Les outils pour vos projets électroniques, robotiques et scientifiques

4. Prendre des composants sur étagère ou les faire soi-même	27
4.1 Les limites des assemblages propriétaires	31
4.2 Un besoin de rester ouvert aux autres systèmes pour pouvoir évoluer	33
4.2.1 Le protocole I ² C	34
4.2.2 Le protocole SPI	36
4.2.3 Choisir entre I ² C et SPI	39
4.3 Le meilleur d'Arduino et de Raspberry Pi	40

Chapitre 2

Une offre pédagogique et ludique pour les STEAM : l'écosystème de Makeblock

1. Pourquoi choisir Makeblock ?	43
1.1 L'offre décodée : un modèle et un catalogue	44
1.2 Un packaging qui allie prêt à l'emploi et capacité d'invention	48
1.2.1 Les kits prêts à l'emploi et leurs extensions	48
1.2.2 Les modules de commande sous forme de platines et de kits de démarrage (starter kits)	49
1.2.3 Les modules d'extension des platines	52
1.2.4 Les capteurs	54
1.3 Les actionneurs : moteurs, servomoteurs et afficheurs	60
1.3.1 Les moteurs électriques à courant continu et les servomoteurs	61
1.3.2 Les afficheurs et les écrans	66
1.3.3 Les composants mécaniques	67
1.3.4 Choisir le mode d'utilisation des kits : aidé et connecté ou libre et autonome ...	68
1.4 La liberté du maker ou de l'ingénieur : voir Makeblock comme un entrepôt de composants	72
1.5 Les modules de commande à base d'Arduino	73
1.5.1 mCore (Uno)	73
1.5.2 Orion (Uno)	74
1.5.3 Auriga (Mega)	74
1.5.4 Grille d'aide au choix	75
1.6 L'utilisation de modules externes	76

1.7	mBot	78
1.7.1	Présentation générale	78
1.7.2	Monter mBot	80
1.7.3	Jouer avec mBot	82
1.7.4	Expérimenter avec mBot	83
1.7.5	Coder avec mBot	85
1.7.6	Construire avec mBot	85
1.7.7	Les flottes de robots mBot	87
1.8	Inventor kit et Ultimate kit 2.0	87
1.9	Ranger	92
1.10	Airblock	94
1.10.1	Les caractéristiques du drone Airblock	96
1.10.2	La configuration volante	97
1.10.3	La configuration flottante (aéroglisser)	97
1.10.4	La configuration libre (custom)	98
1.10.5	La charge utile	98
1.10.6	Quelques compléments sur le pilotage des drones	99
1.11	La table traçante de Makeblock	102
2.	Le positionnement de l'offre de Makeblock pour les STEAM	103

Chapitre 3

Des applications pour de futurs ingénieurs, techniciens et scientifiques

1.	Maîtriser la robotique avec mBot	105
1.1	mBot, un robot éducatif à assembler	105
1.2	Doter mBot d'un comportement avec mBlock	106
1.3	Ajouter des capteurs et des actionneurs	107
1.4	L'autonomie et les automatismes	108
1.5	Un robot prêt pour la compétition	109
2.	Réaliser et programmer des projets robotiques, scientifiques, ludiques ou créatifs avec les kits de Makeblock	110
2.1	Du bricoleur à l'ingénieur	110
2.2	SCRUM pour la robotique : créer, concevoir, faire un plan	111
2.2.1	Quelle méthode choisir ?	112
2.2.2	Les principales méthodologies de conception	112

4 Makeblock - Les outils pour vos projets électroniques, robotiques et scientifiques

2.2.3	Les méthodes agiles : SCRUM appliqué aux STEAM	115
2.2.4	Dernières précisions sur les méthodes agiles	121
2.3	Programmer pour le monde réel	121
2.4	Application 1 : construire un rover explorateur	126
2.5	Application 2 : une expérience assistée par ordinateur (ExAO), mesurer la qualité de l'eau	136
2.5.1	Le paradigme des blocs au service de l'ExAO	138
2.5.2	Mesurer la qualité de l'eau : la turbidité	139
2.5.3	Mesurer la qualité de l'eau : la température et la conductivité	144
3.	Apprendre la mécatronique avec Ultimate 2.0	152
3.1	Le génie de Meccano, la simplicité de Lego et l'agilité d'Arduino	152
3.2	Le potentiel de Makeblock Ultimate 2.0 pour les STEAM	153
3.3	Qu'est-ce qu'un robot ?	154
3.3.1	Une typologie des robots terrestres et leur construction avec Makeblock	155
3.3.2	La motricité	156
3.3.3	Les actionneurs	171
3.3.4	Les capteurs et le mode d'autonomie	172
3.4	Construire son propre modèle	173
3.5	Les moteurs, les servomoteurs et l'alimentation	174
3.6	Ajouter la chair au squelette : imprimer les coques et boîtiers en 3D	175
3.6.1	De la planche à dessin à l'imprimante 3D	175
3.6.2	Utiliser et faire évoluer les modèles 3D disponibles sur Internet	178
3.6.3	Des modèles pour Makeblock	181
3.6.4	Le stylo 3D	182
4.	Applications : construire une station de mesure de l'environnement autonome ou connectée avec Makeblock	182
4.1	L'intérêt du projet au regard des STEAM	182
4.2	Un modèle générique (et assez complet) de station de mesure	183
4.3	Les mesures courantes (température, humidité, pression et aérométrie)	186
4.4	Évaluer la qualité de l'environnement	187
4.5	Étudier le climat	188
4.6	Choisir le type de station	189
4.7	Les options techniques pour la réalisation	190
4.7.1	Les nano-ordinateurs et les microcontrôleurs	190
4.7.2	L'algorithmique, la programmation et le codage, l'administration	190
4.7.3	L'alimentation et le packaging	191
4.8	Les capteurs et leur calibrage	191

4.9	Les données enregistrées et le bon usage du GPS.....	192
5.	Focus sur la mesure de la qualité de l'air	193
5.1	La composition de l'air et la réglementation	194
5.2	Concevoir une station de mesure de la qualité de l'air.....	195
5.3	Mesurer les poussières PM1.0 et PM2.5 avec un capteur DSM501A.....	196
5.3.1	Le principe	196
5.3.2	La mise en œuvre avec le composant Me PM2.5 Sensor de Makeblock	198
5.3.3	La mise en œuvre avec des composants standards	200
5.4	Mesurer la présence de gaz avec un capteur MQ135 et un capteur MQ2	200
5.4.1	La mise en œuvre avec le composant MQ-2 Me Gas Sensor Makeblock.....	203
5.4.2	La mise en œuvre avec un composant standard MQ-135	204
5.4.3	La mise en œuvre en format ultra-compact avec un capteur BME280	205
5.5	Les capteurs et leurs caractéristiques : tableau récapitulatif	206
5.6	Remarques sur le calibrage des capteurs	208

Chapitre 4

L'exploration de l'environnement

1.	Pourquoi explorer l'environnement ?.....	211
2.	Où et quoi explorer et mesurer ?	212
3.	Explorer, filmer et photographier	213
3.1	Filmer avec une caméra GoPro ou une CamPi	213
3.2	Reconnaître automatiquement la flore et la faune.....	214
4.	Une station embarquée avec Makeblock	216
4.1	Réaliser une station mobile d'ExAO avec Ultimate 2.0.....	216
4.2	Le cahier des charges de la station mobile	219
5.	Miniaturiser pour embarquer, les nanostations.....	221
5.1	Le module Pycom WiPy et l'extension Pysense programmée en MicroPython.....	221
5.2	Le module Raspberry Pi et l'extension SenseHat programmée avec Scratch 2.0	225
5.3	Le module ESP32 et les capteurs associés programmés en C++ avec l'IDE d'Arduino	229
5.4	Le module Arduino Uno, combiné à un shield datalogger Adafruit et le capteur associé programmé en C++.....	230
5.5	Synthèse sur les nanostations	232

6 Makeblock - Les outils pour vos projets électroniques, robotiques et scientifiques

6. Application 3 : l'expédition Mustang 2018 au Népal	234
6.1 Le projet Mustang 2018.....	234
6.2 L'intérêt du projet Mustang 2018 au regard des STEAM	236
6.3 La station embarquée	236
6.4 Les données collectées	245
6.4.1 Exploitation avec Excel	246
6.4.2 Exploitation évoluée des données avec KNIME.....	248
7. Application 4 : le projet artistique et connecté Printemps silencieux	252
7.1 À l'origine, le Printemps silencieux de Rachel Carson.....	252
7.2 La station de mesure intégrée au projet Printemps silencieux	256
7.3 Les données collectées avec ThingSpeak	265
7.4 L'intérêt du projet Printemps silencieux au regard des STEAM	267
8. Embarquer une station de mesure pour explorer l'environnement	268
8.1 Airblock dans l'air pur d'Écosse	269
8.2 Ranger dans les prés fleuris d'Auvergne	274

Chapitre 5

Diffuser les STEAM au plus grand nombre, dès le plus jeune âge

1. Introduction	277
2. Donner des degrés de liberté à l'éducation avec les STEAM.....	278
3. Créer un projet par l'assemblage de blocs physiques et de code avec Neuron.....	279
3.1 Apprendre la programmation avec Neuron	280
3.1.1 Programmer par blocs avec mBlock5.....	280
3.1.2 Programmer en flux avec Neuron App.....	282
3.2 Neuron pour le maker et l'apprentissage des STEAM	285
3.3 Les blocs physiques disponibles	286
3.3.1 Le kit de base : Inventor	286
3.3.2 L'interface de pilotage et de programmation	288
3.3.3 Le kit le plus complet : Creative Lab	290
3.3.4 Entre les kits Inventor et Creative Lab : le kit Explorer	294

4. Codey Rocky	295
4.1 Programmation et robotique avec Codey Rocky	296
4.1.1 Les deux briques de Codey Rocky	296
4.1.2 L'apprentissage de la programmation avec Codey Rocky	299
4.1.3 Les blocs de Neuron compatibles avec Codey Rocky et Lego	303
4.2 Les premiers pas en intelligence artificielle avec mBlock5	305
5. Le codage comme piste d'avenir pour les STEAM.....	309
5.1 Rendre vivant le codage : des blocs à la programmation en Python	309
5.2 De la console de jeux au robot autonome	313
5.3 La génération alpha au contact de l'intelligence artificielle et des objets connectés. ...	313
5.3.1 Reconnaissance vocale et visuelle avec Microsoft Cognitive Service.....	314
5.3.2 Et ensuite ?.....	314
Index.....	315



Chapitre 4

L'exploration de l'environnement

1. Pourquoi explorer l'environnement ?

Parce que c'est une façon d'apprendre à le connaître et parce que c'est une opportunité de comprendre son évolution, en analysant son état, et de trouver quelques points de repère ou grandeurs à mesurer qui en rendent compte.

Il y a donc une raison principale, qui est aussi une préoccupation des jeunes générations face aux pollutions et aux dérèglements climatiques : essayer de savoir ce que l'on peut faire pour enrayer les processus destructeurs de l'environnement et aussi trouver ce qui favorise son amélioration.

Ce qui appelle une réflexion dans plusieurs dimensions :

- Écologique tout d'abord, avec l'appréhension du monde du vivant et de ce qui l'entoure, des phénomènes qui l'influencent et des êtres vivants qui l'impactent. Il ne s'agit pas uniquement de mesurer avec des boîtiers bardés de capteurs, mais d'observer, de filmer et de photographier avec une possibilité de déclencher automatiquement les prises de vue et de reconnaître tout aussi automatiquement ce qu'elles révèlent.
- Historique, à partir des chroniques de données collectées patiemment et rigoureusement en des lieux précis et avec des instruments dont on connaît la précision. Les enfants du capitaine Grant, héros du roman éponyme de Jules Verne, ont connu une époque où les glaciers descendaient plus bas et où la pollution des villes était imputable à la combustion du charbon, le diesel de l'époque. S'appuyer sur les données du passé et construire celles qui seront utilisées à l'avenir sont deux vocations des explorateurs-collecteurs de données.

212 Makeblock - Les outils pour vos projets électroniques, robotiques et scientifiques

- Géographique, par la localisation des données à partir des trois paramètres que sont la latitude, la longitude et l'altitude. Ces trois coordonnées situent sans ambiguïté un point de mesure à la surface du globe et permettent de suivre l'évolution de ce qui s'y passe, que ce soit d'ordre climatique ou lié à la qualité de l'environnement.
- Scientifique, avec la connaissance des principes qui sous-tendent les phénomènes observés et l'utilisation d'une méthode qui englobe le recueil des données, leur analyse et leur discussion. La méthode scientifique est universelle et permet à ceux qui font l'effort de l'assimiler et de la pratiquer de comprendre et d'interpréter les signaux de la Nature. Elle rend surtout indiscutables les phénomènes mis en évidence, ce qui n'est pas de trop dans un monde où les trucages et les fausses informations inondent les moyens de communication.
- Technique, avec l'apprentissage de la construction d'un outillage qui répond à des normes et à des préoccupations précises. La mesure de la température et de quelques autres grandeurs physiques est à la portée du citoyen moyen. Mais saura-t-il assurer la qualité, la fiabilité et la précision de ces mesures de manière à ce qu'elles soient utilisables? Rien n'est moins sûr et les notions de calibrage et de protocole de mise en œuvre sont des fondamentaux que trop peu d'explorateurs en herbe cherchent à assimiler. Enfin, la programmation des stations de mesure et les objets connectés à Internet qui remontent leurs données sont des thèmes actuels et d'avenir.
- Mathématique, avec le traitement des données collectées au moyen d'outils basiques, comme les tableurs, ou plus élaborés, comme Matlab, dont des fonctionnalités sont fournies avec un compte ThingSpeak ou KNIME, outil open source de traitement et d'analyse des données.

En synthèse, il y aurait donc deux niveaux d'intérêt à explorer notre environnement : mieux le connaître et suivre son évolution, dans les domaines scientifique et mathématique (le « S » et le « M » de STEAM), et apprendre à construire des stations de mesure et des véhicules pour les transporter, en acquérant puis en mobilisant des compétences techniques et d'ingénierie (le « T » et le « E » de STEAM). Sans oublier une touche artistique (le « A ») tant dans la représentation et l'habillage des stations et de leur véhicule que dans la présentation des résultats.

2. Où et quoi explorer et mesurer ?

Le champ est très large. Du fond de son jardin aux montagnes du Népal en passant par l'étang d'à côté, les lieux d'exploration sont nombreux. C'est l'intérêt qu'il y a à explorer telle ou telle partie du globe qui doit guider cette recherche et définir les moyens de le faire.

Explorer la faune et la flore à l'aide d'un rover discret et se déplacer lentement pour ne pas effrayer sa cible et capturer des images saisissantes est une activité qu'ont bien assimilée les photographes animaliers dont ce fut probablement les premières expériences avec des robots.

Le rover réalisé avec le kit Ultimate de Makeblock présenté dans le chapitre Des applications pour de futurs ingénieurs, techniciens et scientifiques peut évoluer doucement sur pratiquement tous les terrains et capturer des images ou des vidéos d'excellente qualité. La limite est donnée par la portée du signal entre la tablette ou le smartphone qui le commande et le module récepteur sur le robot. Mais elle peut être contournée à l'aide d'une liaison radiocommandée.

Explorer de la même façon le milieu aquatique est d'un intérêt certain, vu le rythme d'évolution de la pollution des rivières et des plans d'eau. La mesure de la qualité de l'eau n'est pas qu'une préoccupation d'aquariophilie et elle est d'ailleurs assurée par l'État en de nombreux points du territoire. Elle est également très pédagogique par les notions physico-chimiques qu'elle mobilise, le tout dans des cadres d'expérimentation qui sont parfois très attrayants et en immersion dans la nature. La prise de vue sous-marine n'est pas évidente, contrairement aux vues de surface ou aériennes par temps clair, bien évidemment. L'éclairage doit être augmenté pour tenir compte de son affaiblissement du fait de la profondeur, et même compensé pour tenir compte de la dominante de couleur qu'il implique. Les éclairages à LED permettent d'ajuster la température de couleur lors de la prise de vue, ce qui évite une correction trop importante en postproduction. Le plus important est d'y voir clair lors des évolutions sous l'eau.

Pour ce qui est de la mesure des conditions météorologiques, du climat ou de la qualité de l'air, le choix se fait entre une station fixe ou une station mobile, voire embarquée, entre une collecte des données stockées en local ou au contraire transmises par réseau. Le modèle proposé dans cet ouvrage est très ouvert et évolutif et permet de réaliser des montages couvrant probablement la plupart des besoins.

3. Explorer, filmer et photographier

3.1 Filmer avec une caméra GoPro ou une CamPi

Le choix de la caméra ou de l'appareil photo est de moins en moins difficile et se résume à deux possibilités :

- Filmer et prendre des photos avec une caméra du commerce. Le modèle GoPro en est un exemple puisqu'il permet de filmer à distance via une liaison Wi-Fi ou Bluetooth, avec en plus l'intérêt d'être étanche pour les derniers modèles et de disposer de plusieurs accessoires permettant de nombreuses fixations. C'est le choix qui a été fait dans un premier temps pour le rover explorateur dont la nacelle était équipée par une caméra de ce type et qui a donné entière satisfaction.

214 Makeblock - Les outils pour vos projets électroniques, robotiques et scientifiques

- Utiliser une caméra montée sur un nano-ordinateur. C'est ce que permet la CamPi montée sur un Raspberry Pi. Qui plus est, elle existe également dans une version dépourvue de filtre infrarouge, la version NoIR, qui permet des prises de vue en très basse lumière, avec un éclairage de la scène par des LED infrarouges.

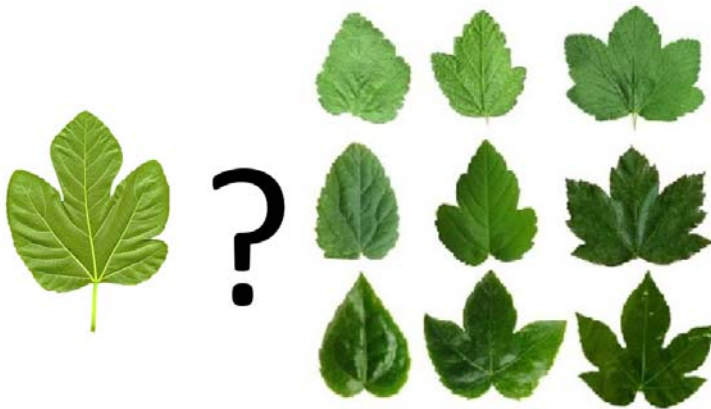
Des précautions sont à prendre dans le second cas, notamment pour l'étanchéité et le positionnement de la caméra par rapport au circuit. En effet, la liaison est réalisée par une nappe souple, assez fragile, et il est nécessaire de sécuriser la caméra, sa nappe de liaison et le nano-ordinateur en les englobant d'une coque pour les isoler de l'humidité et de chocs potentiels.

Pour ce qui est du paramétrage et des logiciels à utiliser, la CamPi doit être déclarée dans la configuration avec une allocation de mémoire pour le traitement et le stockage des images. Le firmware de la caméra sera à mettre à jour, ce qui installera également les pilotes permettant de l'utiliser. Les prises de vue pourront être réalisées avec le logiciel RaspiCam.

3.2 Reconnaître automatiquement la flore et la faune

La reconnaissance de forme est une technique puissante qui s'applique à l'identification automatique de la faune et de la flore, lorsque les conditions de netteté, de contraste et d'isolement du sujet sur le cliché sont remplies.

Le mécanisme d'identification le plus simple est calqué sur celui que tous les élèves apprennent à l'école primaire : la comparaison d'un spécimen avec un thésaurus recensant tous les spécimens déjà connus. Dans le cas d'une feuille d'arbre, c'est un herbier.



Source : CNRS, https://www.cnrs.fr/insis/recherche/direct-labos/2010/forme_des_feuilles.htm
<http://blog.ac-versailles.fr/nsc/index.php/post/03/06/2013/Observations-au-13-mai-2013>

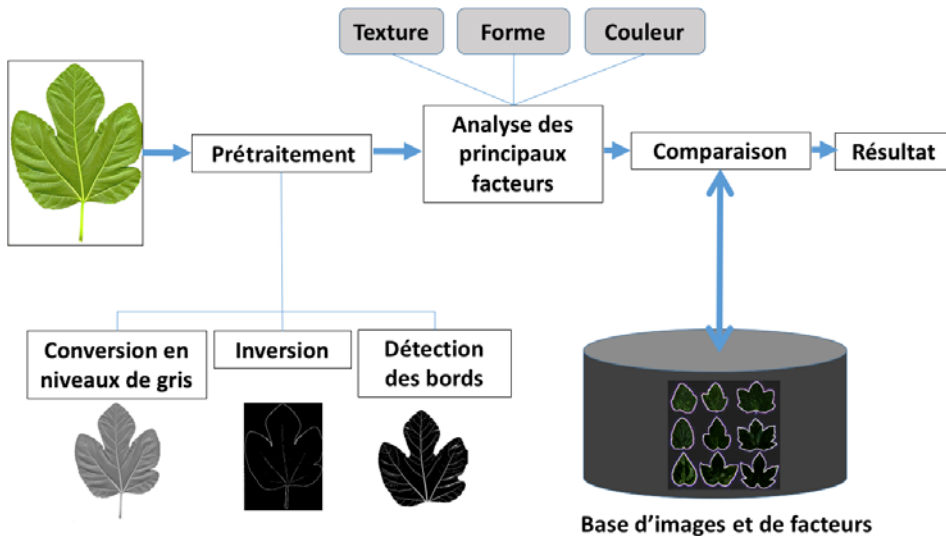
L'identification manuelle d'un spécimen à l'aide d'un herbier

Dans la pratique, cette identification passe par la reconnaissance de traits caractéristiques du spécimen étudié. Pour des feuilles d'arbre, la forme, le nombre de lobes et les nervures sont les principaux déterminants.

En reconnaissance automatique, un prétraitement de l'image est nécessaire pour faciliter son analyse :

- une conversion de la couleur en niveaux de gris pour limiter la plage des tons
- la détection des bords de l'image
- son inversion pour faire ressortir les nervures et les détails

Puis l'image est analysée pour lui donner un score correspondant à sa forme, sa couleur et sa texture. Ce score est comparé avec les scores des autres feuilles connues stockés dans une base de données. L'algorithme de recherche fait alors ressortir les références des feuilles ayant la meilleure correspondance, ce qui permet de déduire l'essence de l'arbre.



Le processus de reconnaissance automatique de forme

Ce processus peut être implémenté par un Raspberry Pi équipé d'une caméra avec une vision de jour ou de nuit (NoIR). Il est important de bien répartir les tâches entre le nano-ordinateur, dont les performances sont limitées, et un ordinateur plus puissant qui assurera la recherche de correspondance entre les facteurs déduits de l'image traitée et ceux contenus dans sa base de données.

Habituellement, la capture est assurée par le Raspberry Pi, mais le prétraitement et l'analyse des facteurs sont assurés par un ordinateur plus puissant qui se chargera de la recherche dans la base, la plupart du temps avec un algorithme de *pattern matching*. Si la feuille n'est pas reconnue, alors il s'agit d'une nouvelle entrée dans la base. Les facteurs seront référencés en utilisant un algorithme de classification (*classifier*).

Pour la faune, il convient d'éviter de longues heures de vidéo sans passage d'animal remarquable en mettant en place un dispositif de détection de passage. Deux méthodes permettent principalement de le faire :

- Un détecteur de présence à faisceau infrarouge qui enverra un signal sur un des ports GPIO du Raspberry Pi en cas de passage.
- Une analyse entre deux images successives prises par la caméra et qui déclenchera l'enregistrement à partir de la seconde si celle-ci diffère significativement de la première. Cette solution évite d'avoir à relancer la caméra comme dans le cas précédent.

4. Une station embarquée avec Makeblock

Il s'agit ici de créer, avec MakeBlock, une station mobile, équipée d'un module de commande puissant et de capteurs pouvant mesurer la qualité de l'air, et capable de se déplacer dans une pièce, par exemple. Les kits de Makeblock permettent de construire un châssis et de le télépiloter.

4.1 Réaliser une station mobile d'ExAO avec Ultimate 2.0

Le choix du module Auriga est un plus dans la mesure où il est équipé de capteurs de température et de luminosité qui donnent une idée de l'environnement sans qu'il soit besoin d'en ajouter, ce qui simplifie le montage.