



Préparation des modules Bluetooth HC-05

1. Objectifs :

1. Préparer un module Bluetooth HM-05 comme « peripheral » ou « slave » pour son utilisation avec l'App-IA
2. La préparation des modules ne se fait pas avec mBlock ou Blockly, uniquement avec Arduino IDE. L'utilisation subséquente peut se faire avec Arduino IDE, mBlock ou Blockly.
3. Bonus : configuration d'un 2^e module comme « central » ou « master » pour connecter deux modules ensemble sans ordinateur (ne fonctionne pas avec l'App-IA). Attention : les modules HM-10 ne peuvent pas communiquer avec les modules HC-05. Il faut 2 modules HM-10 ou 2 modules HC-05.

2. Matériel :

- Carte Arduino Uno
- Module Bluetooth HC-05
- Platine d'essai
- Plusieurs fils mâles-mâles
- 1 résistance de 2 k Ω et une résistance de 1 k Ω ou 3 résistances de 1 k Ω
- Ordinateur et application Arduino IDE

3. Déroulement :

- a. Faire le circuit
- b. Installer l'application Arduino IDE au besoin
- c. Ouvrir les commandes AT permettant de configurer le module Bluetooth
- d. Configurer le module Bluetooth.

4. Petite introduction au Bluetooth

La technologie Bluetooth a énormément évolué depuis ses débuts dans les années 1994. La première norme a été proposée par le fabricant suédois Ericsson¹. Cette norme de communication devait permettre un échange entre les ordinateurs et les téléphones cellulaires. Son utilisation a depuis été largement généralisée. Le nom Bluetooth (littéralement « dent bleue ») provient de la traduction anglaise du nom du roi viking Harald Blåtand ou *Harald à la dent bleue*, qui avait unifié les tribus danoises en un seul royaume. La communication Bluetooth, comme le roi qui lui a prêté son nom, permet d'«unifier» la communication entre divers appareils. L'icône représentant le Bluetooth provient des initiales en alphabet runique du fameux roi viking.

Même si la communication Bluetooth peut sembler relativement aisée à utiliser, les choses se compliquent assez rapidement quand on cherche à en comprendre le fonctionnement sous-jacent. La plus grande difficulté réside dans le fait que les nombreuses normes ont apporté des termes différents, des nouveaux rôles pour les appareils et des façons différentes d'établir la connexion. Sans tenter d'offrir des réponses à toutes les questions qui sont soulevées lorsque l'on travaille avec Bluetooth et Arduino, le présent document, et les autres qui traitent de ce sujet, présente des méthodes pour communiquer à l'aide de Bluetooth avec deux appareils qui ont été testées et qui fonctionnent. Le but étant, par exemple, de pouvoir concevoir des robots commandés à distance à l'aide de deux cartes Arduino.

Il est aussi possible de concevoir une application sur votre téléphone cellulaire et de l'utiliser pour contrôler votre robot. Cependant, ce sujet ne sera pas traité ici. Vous pouvez quand même essayer les différentes applications qui existent déjà, mais cela dépasse les objectifs du présent document.

Il existe plusieurs types de Bluetooth, en fonction des possibilités offertes par la technologie et les différentes normes. On retrouve, dans les grandes lignes, le Bluetooth Classique et le Bluetooth *Low Energie* (BLE). Les deux catégories utilisent des façons différentes pour envoyer l'information, des vitesses de transfert différentes, etc. Elles utilisent toutes les deux des ondes radio dont les fréquences sont autour de 2.4 GHz.

Dans tous les cas, un appareil possédant la connectivité Bluetooth possède une antenne qui sert d'émetteur et/ou de récepteur de signal. La portée du signal Bluetooth dépendra de la puissance de cette antenne. De manière générale, on peut s'attendre à une portée d'environ 10 mètres. Le Wi-Fi, les autres appareils Bluetooth et même les fours à micro-ondes (en fonction...) peuvent parfois causer des interférences car ils utilisent des ondes radio à des fréquences similaires.

¹La plupart des informations de cette section proviennent de : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>

Choix et rôles des deux cartes (explications très simplifiées des principes de base)

Lorsque l'on utilise habituellement la communication Bluetooth entre deux appareils, c'est généralement pour brancher un périphérique (souris, montre intelligente, clavier, ...) à un ordinateur.

L'ordinateur va rechercher les périphériques disponibles et afficher une liste. Il peut aussi se connecter ou s'associer à plusieurs périphériques différents.

Le périphérique « annonce », quant à lui, son existence aux autres appareils avec connectivité Bluetooth qui sont situés à proximité. Une fois apparié ou associé, il ne se connecte qu'avec un seul appareil.

Dans les réseaux Bluetooth plus simples (*piconets*), l'appareil qui peut s'associer à plusieurs autres se nomment *Master* (maître). Les appareils qui ne se branchent qu'à un seul se nomment *Slave* (esclave). Cependant, des réseaux plus complexes peuvent être formés (*Mesh*) si la technologie le permet, où l'on peut faire l'interconnexion entre plusieurs appareils. Cependant, ce ne sont pas tous les appareils Bluetooth qui permettent ceci. Ici, nous nous contenterons d'associer seulement deux modules HC-05 ensemble, donc le réseau créé sera simple. En général, l'appareil central (ordinateur par exemple) deviendra le *Master* et le périphérique deviendra le *Slave*.

Une fois la connexion effectuée, la communication peut être faite dans les deux directions. Cela signifie que l'ordinateur et l'appareil peuvent envoyer une information (écriture) ou demander une information (lecture) à l'autre. Cependant, il peut arriver que l'écriture ou la lecture soit restreinte pour certaines valeurs. Ce ne sera pas le cas avec les modules HC-05.

Comme on veut appairer les deux modules ensemble, l'un devra jouer le rôle de l'ordinateur (*central* ou *master*) et l'autre celui du périphérique (*peripheral* ou *slave*). Le choix de quel module joue quel rôle est sans importance, puisqu'une fois la connexion établie entre les deux, l'information va pouvoir circuler des deux côtés entre les modules. À noter que les modules HC-05 utilisent la norme Bluetooth 2.0 (Bluetooth classique). Ils pourraient donc ne pas être compatibles avec des modules BLE ou de norme plus récente. Il faut toujours vérifier la compatibilité des appareils Bluetooth, car elle n'est pas garantie, même s'il s'agit de Bluetooth dans tous les cas.

Ce ne sont pas tous les appareils Bluetooth qui ne permettent pas la connexion avec des appareils dont la norme est différente. Cependant, cela peut arriver et il faut en être conscient lorsque l'on fait des choix technologiques.

5. Le circuit

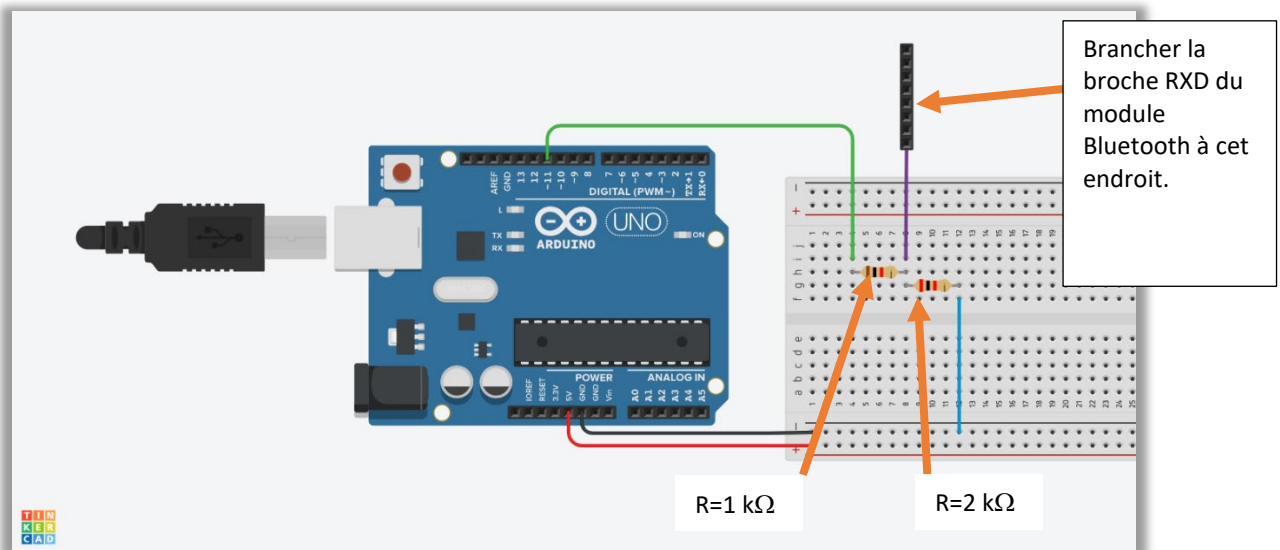
Les modules HC-05 ont en général 6 broches : KEY, VCC, GND, TXD, RXD et STATE.

Pour l'instant, nous n'utiliserons pas la broche STATE, donc elle ne sera branchée à rien. La broche VCC devra être branchée à une source de tension. Dans notre cas, la broche VCC sera branchée à la borne +5V de la carte Arduino.

La broche GND sera branchée sur une broche GND de la carte Arduino.

Pour la configuration en commandes AT, la broche KEY sera branchée à une broche digitale (2 à 13) qui sera mise à une valeur HIGH pendant la programmation. On pourrait aussi la brancher sur la broche +5V de la carte Arduino. Certains modules HC-05 doivent être branché plutôt sur la broche +3.3V. Toujours vérifier les informations du fabricant pour être certain d'utiliser les bonnes broches.

En fonction des recommandations du fabricant, certains modules HC-05 doivent être utilisés avec un diviseur de tension pour la broche RXD. Dans ce cas, faire le circuit suivant :



Il faudra brancher la broche TXD sur la broche digitale 10 de la carte Arduino.

Il faudra brancher la broche RXD sur la broche digitale 11 de la carte Arduino (ou sur le diviseur de tension qui lui est branché dans la broche 11).

Sur les cartes Arduino UNO, toutes les broches digitales peuvent être utilisées pour RX et TX, sauf la broche 13. On pourrait aussi utiliser les broches 0 et 1 (qui sont déjà marquées par TX et RX) et utiliser les fonctions `Serial.begin()` et autres que l'on utilise pour

communiquer avec le moniteur série dans l'application Arduino IDE. Cependant, si on utilise ces broches pour la communication Bluetooth, on ne pourra pas communiquer avec l'ordinateur par le port USB. On pourra, par contre, utiliser une bibliothèque, `SoftwareSerial`, qui permettra de faire la communication série avec le module Bluetooth. Dans le cas où l'on ne souhaite pas communiquer aussi avec un ordinateur, il serait préférable d'utiliser les broches 0 et 1 de la carte Arduino, puisque ces broches sont conçues pour ce genre de communication.

En résumé, les connexions suivantes doivent être faites pour pouvoir configurer le module en commandes AT :

HC-05	Arduino
VCC	+5V ou + 3.3V selon le fabricant
GND	GND
TXD	Broche digitale 10 ou diviseur de tension
RXD	Broche digitale 11
KEY ou EN	+5V ou Broche digitale 8 (ou autre)
State	Rien

En mode normal, on réalise le même circuit, mais il ne faut pas brancher la broche KEY (ou EN).

À noter qu'il est toujours préférable de vérifier les branchements recommandés par le fabricant du module.

6. Configuration du module par Commandes AT :

Pour pouvoir accéder aux commandes AT et configurer les modules, il faut alimenter en tension la broche KEY ou EN avant d'alimenter le module.

1. Brancher le module Bluetooth à la carte Arduino, brancher la carte Arduino à l'ordinateur et ouvrir l'application Arduino IDE.
2. Débrancher la broche Vcc du module HC-05.
3. On doit ensuite s'assurer que le bon type de carte et le bon port de communication sont utilisés. Dans l'onglet *Outils*, modifier le *Type de carte* dans la liste déroulante si « Arduino/Genuino UNO » n'est pas sélectionné. Sélectionner aussi le bon port de communication.

4. Télécharger le programme suivant dans la carte Arduino :

```
#include <SoftwareSerial.h>

//RXD dans la broche 11 et TXD dans la broche 10 (ou diviseur de tension)
SoftwareSerial moduleSerial(10, 11);

void setup() {

    //mettre la broche 8 à +5V pour la broche KEY pour entrer en commandes AT
    pinMode(8, OUTPUT);
    digitalWrite(8, HIGH);

    //commencer la communication avec le moniteur Série
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("Entrer les commandes AT : ");

    //commencer la communication avec le module HC-05
    moduleSerial.begin(38400); //Si cela ne fonctionne pas, essayer 9600
}

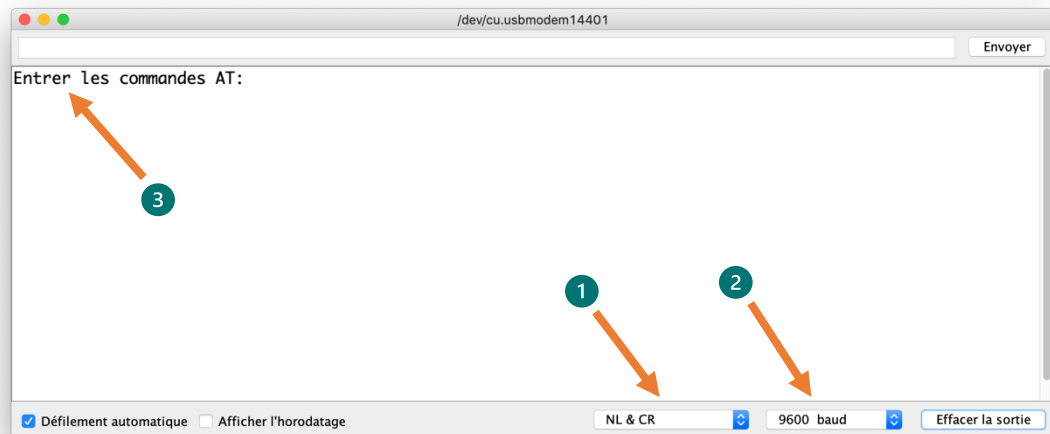
void loop(){

    // Lire les données du module et les envoyer dans le moniteur série
    if (moduleSerial.available())
        Serial.write(moduleSerial.read());

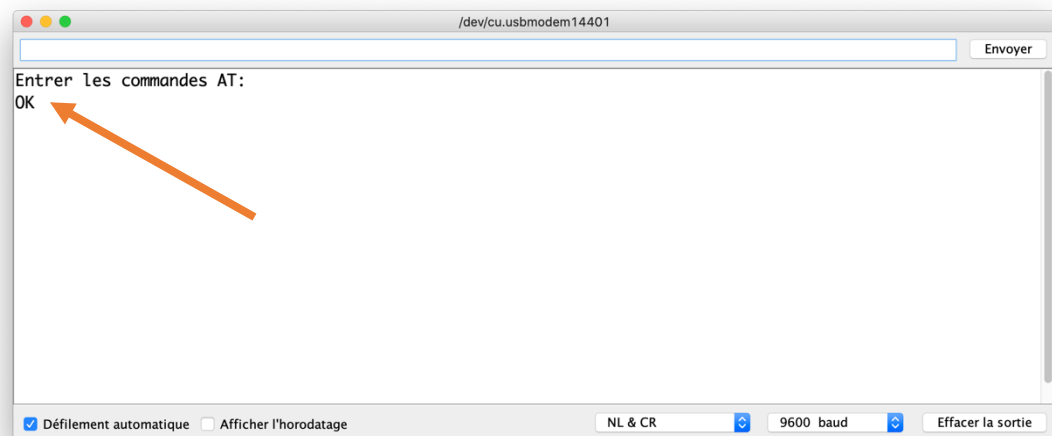
    // Lire les données du moniteur série et les envoyer au module
    if (Serial.available())
        moduleSerial.write(Serial.read());
}
```

5. Brancher la broche VCC à la borne +5V de la carte Arduino. La DEL sur le module HC-05 devrait maintenant clignoter à un intervalle de 4 secondes (allumée 2 secondes, éteinte 2 secondes). Cela signifie que le module peut être configuré avec les commandes AT. Si cela n'a pas fonctionné, débrancher la broche VCC du module et la rebrancher dans la borne +5V.
6. Cliquer sur l'onglet « *Outils* » et ensuite sur « *Moniteur série* ». C'est par le moniteur série que la configuration de la carte sera faite.

7. Dans la fenêtre du Moniteur série, s'assurer quand même que le moniteur est bien configuré :
1. Sélectionner « NL&CR » dans la liste déroulante.
 2. Sélectionner « 9600 baud » dans la liste déroulante.
 3. Le message « Entrer les commandes AT : » devrait apparaître. Il se peut qu'il apparaisse deux fois, mais ça n'est pas un problème.



8. Entrer « AT » sans les guillemets à l'endroit indiqué. Appuyer sur la touche « Entrée » ou cliquer sur *Envoyer*.
- Le message « OK » devrait apparaître. Sinon, vérifier le programme et les connexions du module.



Le module est prêt à être configuré.

9. Quelques petits conseils pour les commandes AT, car il peut être légèrement frustrant d'utiliser ces commandes la première fois :

- a. Les majuscules et minuscules sont importantes. « AT+CMODE=? » par exemple, n'est pas la même chose que « at+cmode=? ».
- b. Lorsqu'une commande est erronée, il y aura un message « ERROR:(0) » affiché. Si la commande est effectuée correctement, le message sera plutôt « OK ». Il n'y aura pas plus de détails. Le chiffre entre parenthèses permet d'identifier le genre d'erreur. On peut retrouver plus de détails dans la documentation du module.
- c. Il peut arriver qu'une commande ne fonctionne pas uniquement pour une faute de frappe ou encore parce qu'on n'a pas changé la sélection « Pas de fin de ligne » pour « NL & CR ». Réessayer la commande à nouveau malgré tout en vérifiant bien la frappe.
- d. Ne jamais entrer les guillemets dans les commandes. Ils sont présents uniquement pour permettre une lecture plus facile.

Configuration de la carte en mode *Peripheral* ou *slave* ou pour utilisation avec l'application App-IA

Nous devons d'abord vérifier la configuration de la carte et faire les modifications qui sont nécessaires seulement.

1. Entrer la commande : « AT+ROLE? »
 - a. Si la réponse est : « 0 », passer à l'étape suivante.
 - b. Si la réponse est : « 1 », entrer la commande « AT+ROLE= 0 ». Si la réponse « OK » apparaît, tout va bien. Sinon, réessayer en vérifiant la frappe.

Cela permet de configurer la carte comme *slave* ou *peripheral*

2. Entrer la commande : « AT+CMODE? »
 - a. Si la réponse est : « 1 », passer à l'étape suivante. Cela correspond à une connexion à n'importe quelle adresse.
 - b. Si la réponse est : « 0 », entrer la commande « AT+CMODE=1 ». Si la réponse « OK » apparaît, tout va bien. Sinon, réessayer en vérifiant la frappe.

Cela permet de configurer la carte pour qu'elle se branche sur n'importe quelle carte qui le lui demande.

3. Entrer la commande : « AT+UART? »
 - a. Si la réponse est : « 9600,0,0 », passer à l'étape suivante.
 - b. Si la réponse est autre chose, entrer la commande « AT+UART= 9600,0,0 ».
Si la réponse « OK » apparaît, tout va bien. Sinon, réessayer en vérifiant la frappe.

Cela permet de configurer la carte pour qu'elle communique au bon rythme. Si l'on choisit d'autres configurations (9600, 1, 2, par exemple), peut donner lieu à des comportements qui ne sont pas ceux attendus. Par contre, on peut très bien choisir d'autres vitesses de transfert que 9600 bauds. L'important est que les deux modules soient configurés à la même vitesse.

Dans le cas de l'utilisation avec l'application App-IA, on doit utiliser une vitesse de 9600 bauds, ce qui est correct avec cette configuration.

4. Il peut être intéressant de modifier le nom du module Bluetooth (en classe, c'est pratique...). Cependant, ce n'est pas nécessaire pour une utilisation à la maison.
 - a. Entrer la commande : « AT+NAME=HC-05** » En remplaçant les étoiles par autre chose qui permettrait de reconnaître le module.
 - b. La réponse devrait être : « OK »
 - c. Entrer « AT+NAME ? ». Si la réponse est le nom que vous avez entré précédemment, tout va bien. Sinon, recommencer.

5. L'étape suivante n'est pas nécessaire pour la configuration avec l'App-IA.

Entrer la commande : « AT+ADDR? »

Cela permet d'obtenir l'adresse (*MAC address*) de la carte. Noter la valeur obtenue (qui devrait être sous un format semblable à +ADDR:98d3:32:711103). Cette valeur est nécessaire pour la configuration d'un 2^e module HC-05.

Pour ce qui est de l'utilisation avec l'App-IA, le module est maintenant configuré.

Pour configurer un 2^e module si on souhaite en utiliser une paire de modules ensemble, ne pas fermer le Moniteur Série. Débrancher la carte Arduino de l'ordinateur. Enlever le module HC-05 et le remplacer par l'autre si l'on souhaite en configurer une paire. Le 2^e module sera configuré comme « central » ou « master ». Il est préférable de couper l'alimentation des modules Bluetooth avant de les brancher et de la remettre ensuite.

Ne pas fermer le Moniteur Série. Débrancher la carte Arduino de l'ordinateur. Enlever le module HC-05 et le remplacer par l'autre.

6. S'assurer que le bon port est sélectionné pour la carte dans l'onglet *Outils*.
7. Ouvrir le moniteur série.
8. Téléverser le programme dans la carte Arduino.
9. Refaire les étapes 5 à 8 de la Configuration du module par Commandes AT.

Configuration de la carte en mode *Master ou Central*

1. Entrer la commande : « AT+ROLE? »
 - c. Si la réponse est : « 1 », passer à l'étape suivante.
 - d. Si la réponse est : « 0 », entrer la commande « AT+ROLE= 1 ». Si la réponse « OK » apparaît, tout va bien. Sinon, réessayer en vérifiant la frappe.

Cela permet de configurer la carte comme *Master ou Central*

2. Entrer la commande : « AT+CMODE? »
 - c. Si la réponse est : « 1 », passer à l'étape suivante. Cela correspond à une connexion à une adresse fixe.
 - d. Si la réponse est : « 0 », entrer la commande « AT+CMODE=1 ». Si la réponse « OK » apparaît, tout va bien. Sinon, réessayer en vérifiant la frappe.

Cela permet de configurer la carte pour qu'elle se branche sur le module dont l'adresse est fixée.

3. Entrer la commande : « AT+UART? »
 - c. Si la réponse est : « 9600,0,0 », passer à l'étape suivante.
 - d. Si la réponse est autre chose, entrer la commande « AT+UART= 9600,0,0 ». Si la réponse « OK » apparaît, tout va bien. Sinon, réessayer en vérifiant la frappe.

Cela permet de configurer la carte pour qu'elle communique au bon rythme avec l'autre carte.

4. Entrer la commande : « AT+BIND=98d3,32,711103 » (voir plus haut pour correspondance avec l'adresse de l'autre module).

Bien entendu, vous devez remplacer l'adresse indiquée ici par l'adresse de votre autre carte. Attention à la casse. La réponse devrait être « OK ». Sinon, il vous manque peut-être un chiffre.

Pour vérifier que l'adresse a bien été entrée, entrer la commande « AT+BIND? ». La réponse devrait être l'adresse entrée. Sinon, recommencer l'étape au complet.

5. Fermer le Moniteur Série et débrancher la carte Arduino.

Les deux modules sont maintenant prêts à être utilisés ensemble. Le module configuré comme « central » ne pourra pas être utilisé avec l'App-IA tel quel. Il faudra le reconfigurer.

7. Quelques notes

Une fois un module Bluetooth configuré, il conservera cette configuration jusqu'à ce qu'on le reconfigure. Donc, ces étapes n'ont pas à être refaites.

Lorsqu'un module Bluetooth est païré avec un autre appareil, c'est-à-dire qu'il peut communiquer avec, la DEL qui se trouve dessus sera allumée en tout temps. Lorsque le module recherche une connexion, la DEL clignote.

Pour l'utilisation avec l'App-IA, il est possible d'utiliser les modules HC-05. Toutefois, le principe est différent que pour les modules HM-10. Pour le HC-05, on doit païrer le module avec l'ordinateur, c'est-à-dire l'ajouter comme périphérique Bluetooth, de la même manière qu'on ajouterait une souris ou un haut-parleur Bluetooth. Comme cette étape diffère d'un ordinateur à l'autre, la démarche n'a pas été préparée. Il suffit généralement d'aller dans *Paramètres, Périphériques* et de choisir *Ajouter un appareil Bluetooth ou un autre appareil*. Le module HC-05 devrait apparaître dans la liste.

Une fois que cela est fait, le module Bluetooth sera détecté comme un port série (COM1 ou autre chiffre) par l'ordinateur. On utilisera donc la version Arduino de l'App-IA et non la version Bluetooth. On choisira le port « COM » correspondant au module Bluetooth dans la liste.

Pour utiliser deux modules Bluetooth HC-05 ensemble, voir le tutoriel correspondant.