

# IHM DE CONTRÔLE DU ROBOTINO DANS LA CHAMBRE CLIMATIQUE

## MANUEL D'UTILISATION

IHM Projet Robotino LGCGM

FichiersCorrecteurCapteurNoeuds

ADRESSES IP

PC192.168.1.126MODIFIER

Robotino192.168.43.22

CAMERAS (Ids)

GaucheMilieuDroite

012

CONFIGURATION DU ROBOT

Diametre370 mm

OutilLongueur400 mmLargeur40 mm

hauteur des leds505 mm

V. lineaire max50 mm/s

V. angulaire min0,20 rad/s

MOTEUR (mât vertical)

Rayon de la poulie10,25 mm

Précision (mm/pulsation)0.0225

Vitesse lineaire300 mm/s

Rapport cyclique (%)35

TEMPORISATION

MesurePériodeRepos

60 s1,0 s20 s

PTS DE MESURES

dx : 550 mm

dy : 750 mm

ZONE DE TRAVAIL

X : 2900 mm

Y : 2775 mm

HAUTEURS A ATTEINDRE (mm)

Hauteurs enregistrées100;115;800;1150

Autres hauteurs

MODIFIER

CONTRÔLE MANUEL

Contrôle manuel du robot

CALIBRATION

Calibration des caméras

AVANCEMENT

Points traités : sur

Mesures effectuées : sur

MESSAGES

>>> rosmaster.exe : application arrêtée

>>> pc\_controller\_node.exe : application arrêtée

>>> intermediary\_node.exe : application arrêtée

>>> vel\_node.exe : application arrêtée

EFFACER

ROS MAITRE

NOEUDS CONNECTES

SEUILLAGE

CAMERAS

MESURE

STOP

ROS MAITRE

NOEUDS CONNECTES

SEUILLAGE

CAMERAS

MESURE

STOP

MESSAGES

>>> rosmaster.exe : application arrêtée

>>> pc\_controller\_node.exe : application arrêtée

>>> intermediary\_node.exe : application arrêtée

>>> vel\_node.exe : application arrêtée

EFFACER

ROS MAITRE

NOEUDS CONNECTES

SEUILLAGE

CAMERAS

MESURE

STOP

## **SOMMAIRE :**

<b>I. PRESENTATION DE L'IHM</b>	<b>2</b>
<b>II. BARRE DE MENUS</b>	<b>5</b>
<b>A. MENU « FICHIERS »</b>	<b>5</b>
1. ACTION « NOUVELLES MESURES »	5
2. ACTION « SAUVEGARDER LES PARAMETRES »	5
3. ACTION « QUITTER »	6
<b>B. MENU « CORRECTEUR »</b>	<b>6</b>
1. ACTION « CORRECTEUR P »	6
<b>C. MENU « CAPTEUR »</b>	<b>7</b>
<b>D. MENU « NŒUDS »</b>	<b>7</b>
<b>III. DESCRIPTION DE LA ZONE CENTRALE DE L'IHM</b>	<b>9</b>
<b>A. PANNEAU FIXE</b>	<b>9</b>
1. GROUPE « ADRESSES IP »	9
2. GROUPE « CAMERAS »	11
3. GROUPE « CONFIGURATION DU ROBOT »	11
4. GROUPE « MOTEUR »	12
5. GROUPE « TEMPORISATION »	12
6. GROUPE « PTS DE MESURES »	13
7. GROUPE « ZONE DE TRAVAIL »	13
8. GROUPE « HAUTEURS A ATTEINDRE »	13
9. GROUPE « CONTRÔLE MANUEL »	14
10. GROUPE « CALIBRATION »	14
11. GROUPE « AVANCEMENT »	14
12. GROUPE « MESSAGES »	14
13. BOUTONS DU PANNEAU FIXE	15
<b>B. PANNEAU DE VISUALISATION</b>	<b>19</b>
1. COUP D'ŒIL SUR LE BOUTON MESURE	20
<b>C. PANNEAU DE CONTROLE MANUEL</b>	<b>23</b>
<b>D. PANNEAU DE CALIBRATION</b>	<b>26</b>
<b>IV. INSTALLATION</b>	<b>30</b>
<b>A. INSTALLATION COTE PC</b>	<b>30</b>
<b>B. INSTALLATION COTE RASPBERRY PI</b>	<b>31</b>
<b>V. GUIDE DE LANCEMENT</b>	<b>35</b>
<b>ANNEXE A : CONFIGURATION D'UN RESEAU WIFI SUR LE RASPBERRY PI</b>	<b>37</b>
<b>ANNEXE B : UTILISATION DU SCANNER D'ADRESSE IP</b>	<b>38</b>
<b>ANNEXE C : OBTENTION DU NOM DU PC</b>	<b>39</b>

## I. PRESENTATION DE L'IHM



Figure 1: IHM

Au lancement de l'IHM, le visuel présenté à la Figure 1 est obtenu. L'IHM est scindé en deux zones principales :

- En rouge, la barre de menu contenant les menus Fichiers, Correcteur, Capteur et Nœuds. Le fonctionnement de chaque menu sera détaillé au chapitre II.
- En jaune, nous distinguons la zone principale de l'IHM, elle-même subdivisée en deux parties :
  - L'encadré bleu, que nous appellerons « panneau fixe », représente la zone de configuration où différents paramètres, relatifs au fonctionnement du robot dans la chambre climatique, pourront être réglés. Les groupes d'éléments du panneau fixe seront présentés au chapitre III.
  - L'encadré vert est une zone variable dans laquelle différents scénarios pourront être proposés selon les options cochées au niveau de la zone bleue. En tout, il y a trois scénarios possibles :
    - Affichage du panneau de visualisation (Figure 1),
    - Affichage du « panneau » de contrôle manuel du robot (Figure 2),
    - Affichage du « panneau » de calibration des caméras (Figure 3)

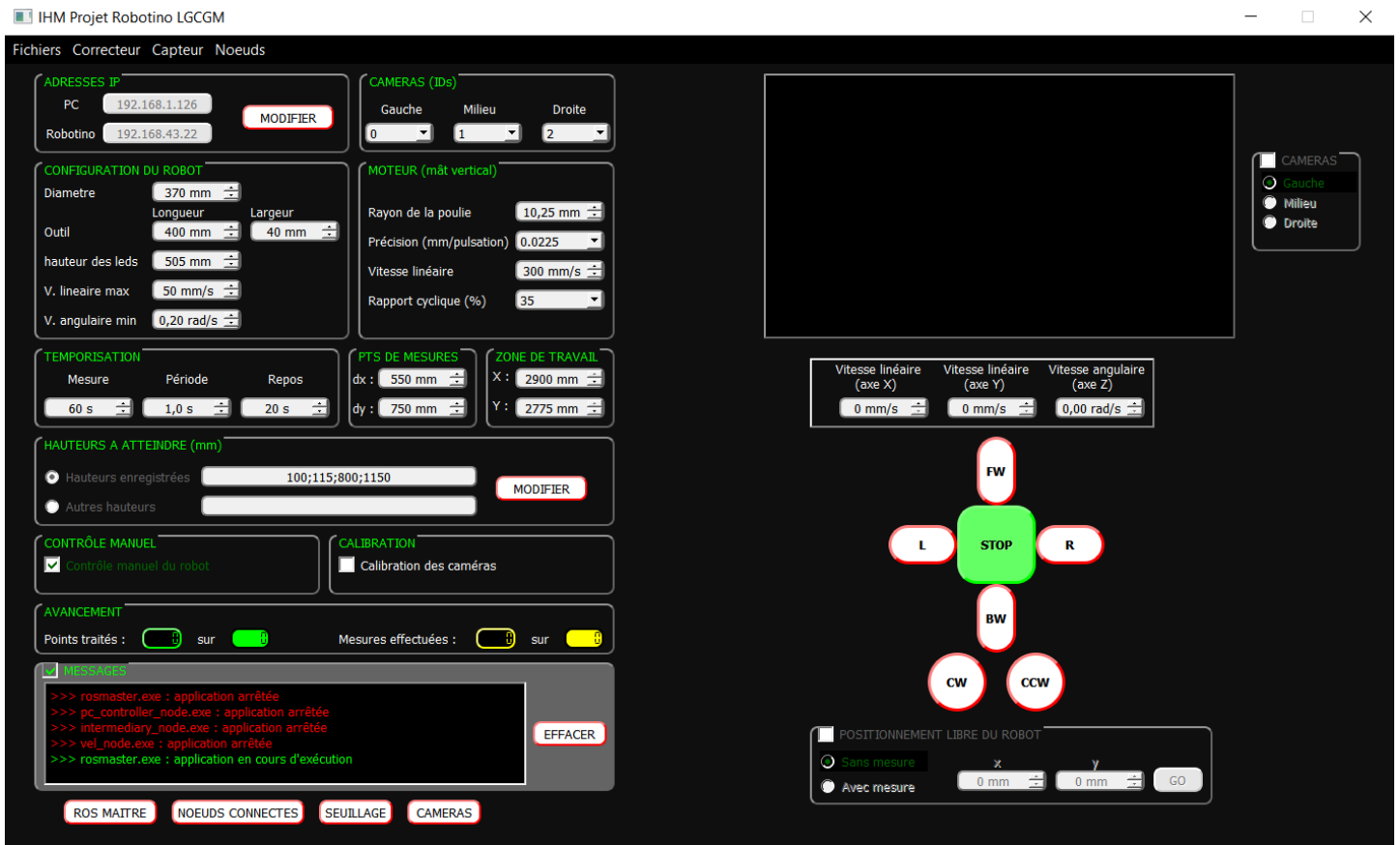


Figure 2: IHM: Visualisation du panneau de contrôle manuel

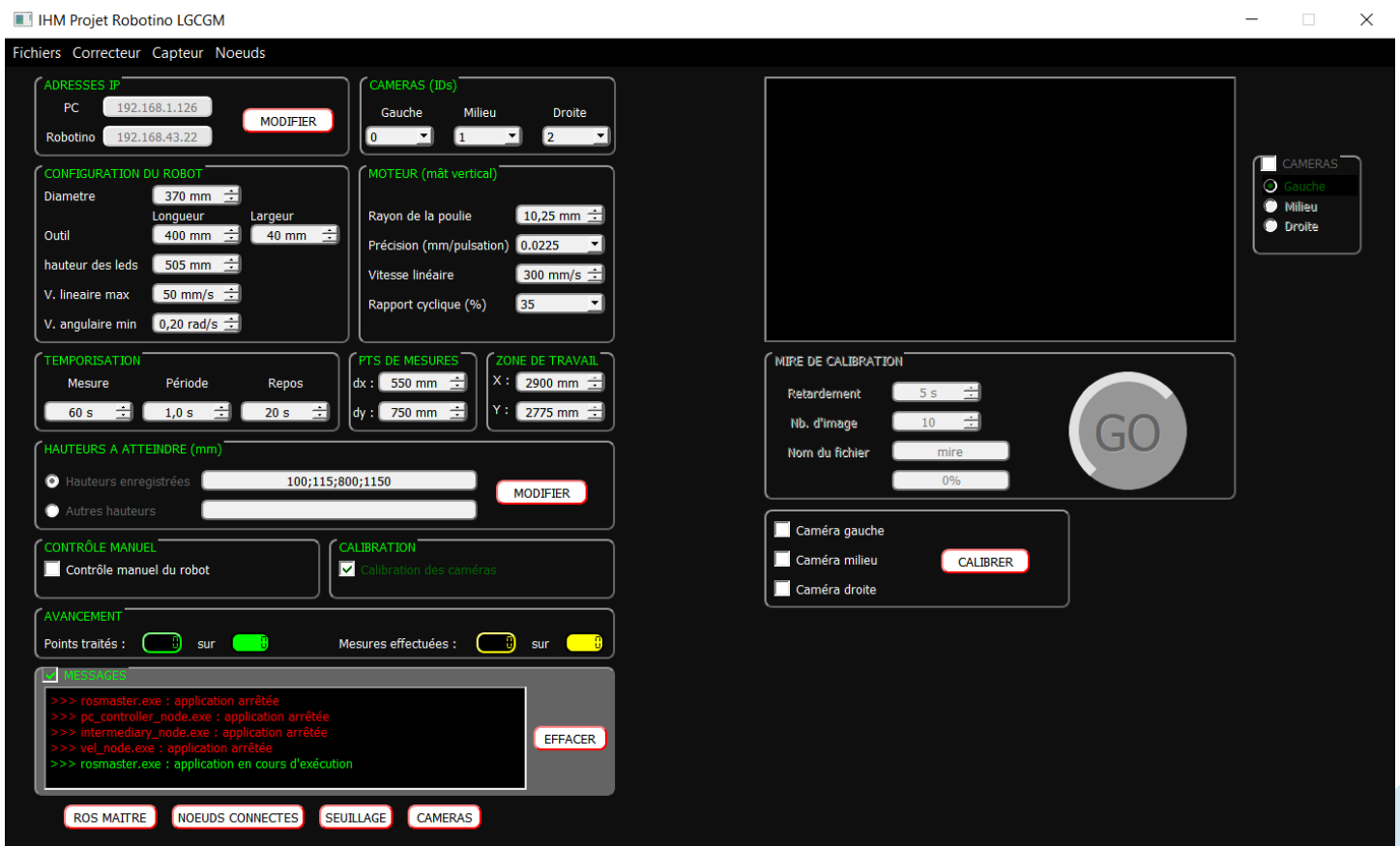


Figure 3: IHM: Visualisation du panneau de calibration

## **UTILISATION DE L'IHM**

## II. BARRE DE MENUS

On y trouve quatre menus : Fichiers, Correcteur, Capteur et Nœuds.

### A. Menu « Fichiers »

Il contient trois actions comme on peut le voir sur la Figure 4. Des raccourcis clavier ont été mis en place pour faciliter l'utilisation de ces sous-menus.

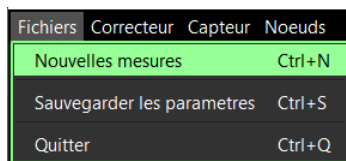


Figure 4: Menu "Fichiers"

#### 1. Action « Nouvelles mesures »

Lorsque vous cliquez sur « Nouvelles mesures », une fenêtre est affichée et elle permet de définir le nom du fichier au sein duquel seront enregistrés les données mesurées par les capteurs (Figure 5).

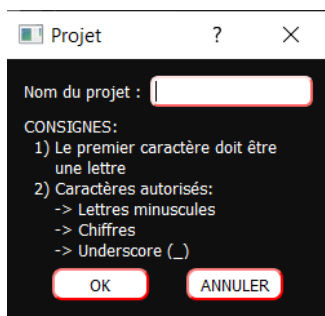


Figure 5: Saisie du nom du fichier de sauvegarde des mesures

Des consignes sont indiquées pour la création du nom du fichier. Le fichier de sauvegarde des données sera un fichier Excel avec l'extension **.xlsx**, et sera stocké dans le sous-dossier **Projects** du dossier de l'IHM. Il est à noter que, si la mesure est faite sur un unique point (utilisation du panneau de contrôle manuel de l'IHM), le fichier de sauvegarde aura pour unique nom **free\_robot\_position.xlsx** (il sera écrasé à chaque nouvelle mesure).

Si aucun nom n'est renseigné lors du lancement de la mesure, un message d'avertissement apparaît comme sur la Figure 6.

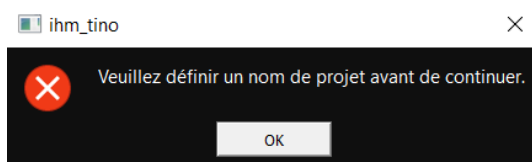


Figure 6: Message d'erreur pour un nom de fichier de sauvegarde manquant

#### 2. Action « Sauvegarder les paramètres »

Il permet de sauvegarder, manuellement, les paramètres renseignés au sein de l'IHM. Il est à noter que la sauvegarde se fait automatiquement lorsque l'utilisateur lance une mesure ou lorsqu'il quitte manuellement l'IHM. Le fichier sera sauvegardé

sous le nom *paramIHM.yml* et se trouvera dans le sous-dossier *config* du dossier de l'IHM.

### 3. Action « Quitter »

Il permet de quitter proprement l'IHM. Il est également possible de quitter l'IHM en utilisant la croix rouge qui permet de fermer une fenêtre Windows.

Lorsque l'IHM est fermée manuellement, cela entraînera, si elles sont lancées, l'arrêt des applications qui gèrent la communication entre l'IHM et le Raspberry Pi (*pc\_controller\_node.exe*, *intermediary\_node.exe* et *vel\_node.exe*). Si le nœud maître ROS est lancé (*rosmaster.exe*), il sera également arrêté.

La sauvegarde des paramètres de l'IHM se fera également lors de la fermeture manuelle de l'IHM.

## B. Menu « Correcteur »

Ce menu permet de régler les paramètres du correcteur utilisé lors de l'asservissement de la position du robot. Comme on peut le voir sur la Figure 7, ce menu comporte trois actions : **Correcteur P**, **Correcteur PI** et **Correcteur PID** (avec P = proportionnel, PI = Proportionnel Intégral et PID = Proportionnel Intégral Dérivé). Uniquement le Correcteur P est proposé, mais il sera possible d'implémenter, au besoin, des actions pour le PI et le PID, raison pour laquelle ces deux correcteurs sont désactivés sur l'IHM.

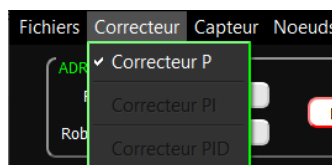


Figure 7: Menu "Correcteur"

### 1. Action « Correcteur P »

Lorsque vous cliquez sur l'action Correcteur P, une fenêtre s'ouvre et permet de configurer les coefficients du correcteur (Figure 8). C'est une fenêtre générique utilisée pour les trois correcteurs. L'identifiant du correcteur, qui est en cours de réglage, est indiqué au niveau du titre de la fenêtre.

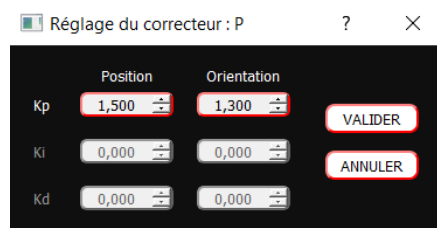


Figure 8: Fenêtre de réglage des coefficients des correcteurs

Pour le correcteur P, seul les coefficients **Kp** sont nécessaires. Comme vous pouvez le voir sur la Figure 8, les coefficients qui peuvent être réglés ont une bordure rouge pour indiquer qu'ils sont actifs. Une bordure grise indique que les coefficients sont inactifs, et donc ne peuvent pas être réglés.

Après avoir réglé les coefficients, ils seront enregistrés si et seulement si le bouton **VALIDER** a été appuyé. Les paramètres seront sauvegardés dans le fichier nommé **corrector.yml** qui se trouvera dans le sous-dossier **../others** du dossier de l'IHM.

### C. Menu « Capteur »

Ce menu permet de sélectionner le type de sortie qui a été configuré sur le capteur de vitesse (Figure 9). Il est donc important de sélectionner exactement ce qui a été configuré sur ce capteur, car cela aura une importance lors de la conversion, par le programme, des valeurs numériques en valeurs analogiques.

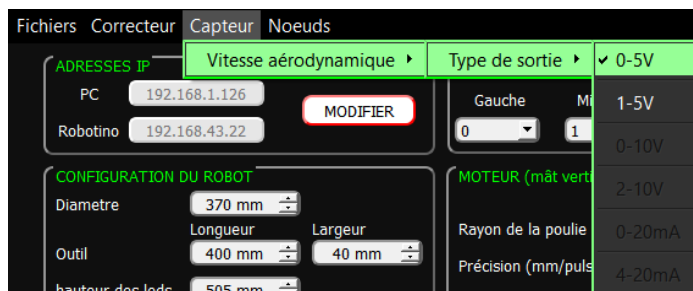


Figure 9: Menu "Capteur"

Comme on peut le voir sur la Figure 9, seules les types de sorties **0-5V** et **1-5V** ont été activées, ce qui limite le choix de configuration de l'appareil par l'utilisateur. Cette restriction est due au fait que, le convertisseur analogique-numérique placé entre le capteur de vitesse et la carte Raspberry Pi peut convertir des tensions jusqu'à 5V. De ce fait, l'utilisateur devra faire attention lors de la configuration du boîtier du capteur de vitesse.

### D. Menu « Nœuds »

Ce menu permet de lancer les nœuds (côté PC) utiles au projet (Figure 10).

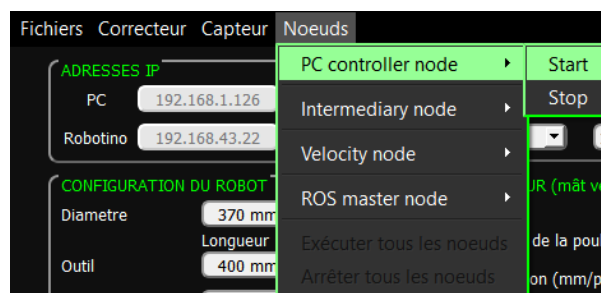


Figure 10: Menu "Noeuds"

Comme vous pouvez le voir sur la Figure 10, les nœuds disponibles sont :

- Le nœud maître **ROS master node** : il permet de lancer, entre autres, l'application **rosmaster.exe** qui devra être en cours d'exécution avant tous les autres nœuds du projet. Si le nœud maître peine à démarrer, l'utilisateur devra vérifier que l'adresse IP du PC qui a été indiqué dans la zone d'adresses IP correspond bien à l'adresse du PC.
- Le nœud **PC controller node** : il permet de lancer l'application **pc\_controller\_node.exe** qui mettra en place un socket serveur par lequel la communication entre l'IHM et le Raspberry Pi sera possible.



- Le nœud **Intermediary node** : il permet de lancer l'application **intermediary\_node.exe**. C'est un nœud qui fera le pont entre le Raspberry Pi et le nœud **pc\_controller\_node**.
- Le nœud **Velocity node** : il permet de lancer l'application **vel\_node.exe** qui aura pour rôle d'envoyer les informations de vitesse vers le Robotino lors du contrôle manuel du robot.

Chaque nœud (côté PC) peut être démarré/arrêter individuellement ou de façon groupée. Pour pouvoir exécuter/arrêter les nœuds de façon groupée, le nœud maître devra être préalablement démarré. Lorsqu'un nœud est exécuté/arrêté, l'utilisateur peut s'aider de la zone de message pour connaître le statut de ce nœud (Figure 11).

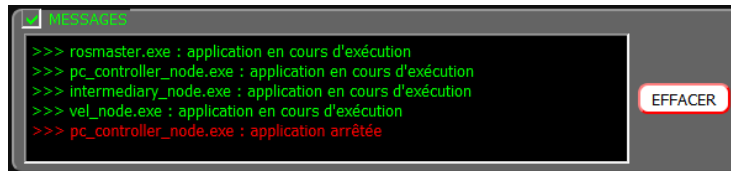


Figure 11

Si l'utilisateur essaie de lancer un nœud qui est déjà en cours d'exécution, il sera alerté par un message comme celui de la Figure 12.

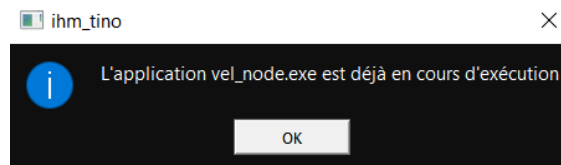


Figure 12

Si le nœud maître est arrêté, tous les nœuds (côté PC) le seront également. Côté Raspberry Pi, ils devront être arrêtés manuellement (ils doivent être stoppé avant l'arrêt du nœud maître).

### III. DESCRIPTION DE LA ZONE CENTRALE DE L'IHM

La zone centrale de l'IHM est constituée de ce que nous avons appelé plus haut le *panneau fixe* et la *zone variable* qui peut être déclinée en *panneau de visualisation*, *panneau de contrôle manuel* ou en *panneau de calibration*.

#### A. Panneau fixe

Il est présenté à la Figure 13.

ADRESSES IP

PC 192.168.1.126 MODIFIER

Robotino 192.168.43.20

CAMERAS (IDs)

Gauche Milieu Droite

0 1 2

CONFIGURATION DU ROBOT

Diametre 370 mm

Longueur 400 mm Largeur 40 mm

Outil 400 mm 40 mm

hauteur des leds 505 mm

V. lineaire max 50 mm/s

V. angulaire min 0,20 rad/s

MOTEUR (mât vertical)

Rayon de la poulie 10,25 mm

Précision (mm/pulsation) 0.0225

Vitesse linéaire 300 mm/s

Rapport cyclique (%) 35

TEMPORISATION

Mesure Période Repos

10 s 1,3 s 2 s

PTS DE MESURES

dx : 550 mm dy : 750 mm

ZONE DE TRAVAIL

X : 2900 mm Y : 2775 mm

HAUTEURS A ATTEINDRE (mm)

Hauteurs enregistrées 100;115;800;1100 MODIFIER

Autres hauteurs

CONTRÔLE MANUEL

Contrôle manuel du robot

CALIBRATION

Calibration des caméras

AVANCEMENT

Points traités : sur Mesures effectuées : sur

MESSAGES

>>> NOM DU PROJET : test25

>>> NOM DU PROJET : test35

EFFACER

ROS MAITRE NOEUDS CONNECTES SEUILLAGE CAMERAS

Figure 13: Panneau fixe de l'IHM

Nous décrivons ci-dessous chaque groupe d'éléments de ce panneau.

#### 1. Groupe « ADRESSES IP »

Il permet d'indiquer les adresses IP du PC et du Robotino (Figure 14). Il est à noter que les deux appareils doivent être sur le même réseau, de préférence celui du Robotino lors du lancement de l'acquisition des mesures.

ADRESSES IP

PC 192.168.1.126 MODIFIER

Robotino 192.168.43.22

Figure 14: Zone de renseignement des adresses IP

L'adresse IP du PC doit être impérativement renseignée, car le PC sera utilisé comme nœud maître pour la communication utilisant ROS. Cette adresse IP sera utilisée pour la création automatique d'un script qui servira au lancement du nœud maître. Si

l'utilisateur ne sait pas comment obtenir l'adresse IP du PC, il pourra suivre la procédure suivante :

- En utilisant l'outil de recherche de Windows, il devra saisir *invite de commandes*, puis ouvrir l'application correspondante (Figure 15).

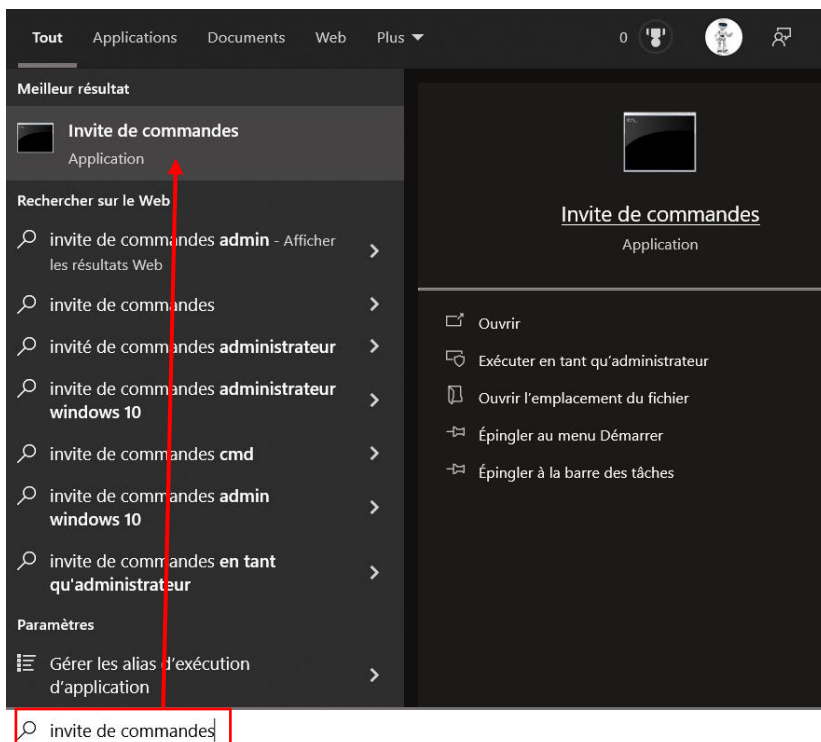


Figure 15

- Dans la console qui s'ouvrira, il devra saisir la commande *ipconfig*, puis localiser la zone qui fournit des informations sur la *carte réseau sans fil Wifi*. Enfin, il lui suffira juste de noter l'adresse IPv4 qui est indiquée (Figure 16).

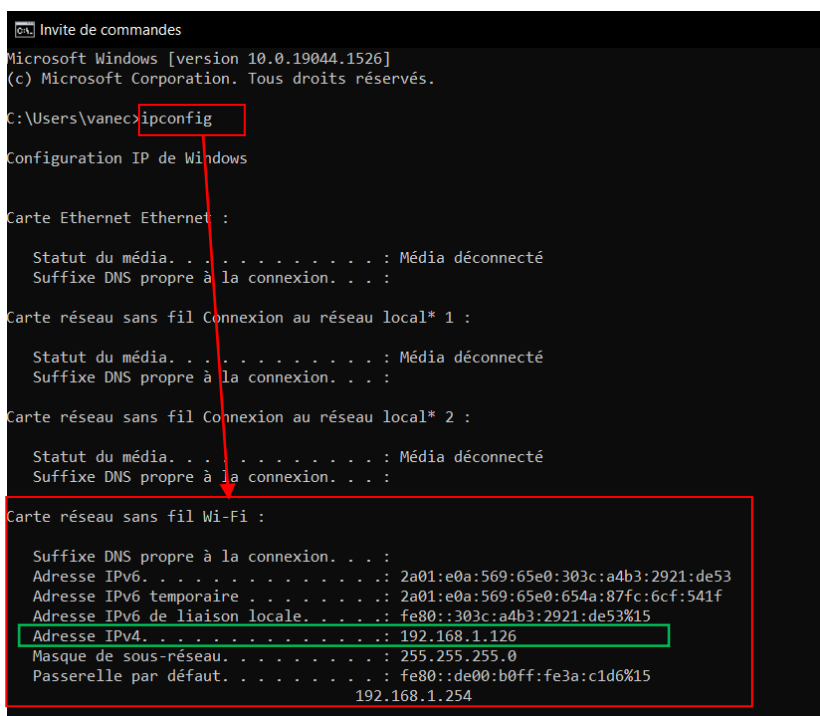


Figure 16

L'adresse IP du Robotino n'a pas d'importance pour le fonctionnement de l'IHM. Elle est présente juste pour se rappeler que les deux appareils doivent être sur le même réseau.

## 2. Groupe « CAMERAS »

Il permet de configurer les Identifiants des caméras de la chambre climatique (Figure 17). Les caméras doivent des ID différents.

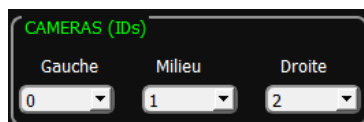


Figure 17: Zone de renseignement des ID des caméras

Afin de renseigner les bons identifiants, le bouton **CAMERAS** pourra aider l'utilisateur dans sa manœuvre. Son utilisation est détaillée à la page 18.

## 3. Groupe « CONFIGURATION DU ROBOT »

Il permet d'indiquer les paramètres du robot et de ses éléments (Figure 18).

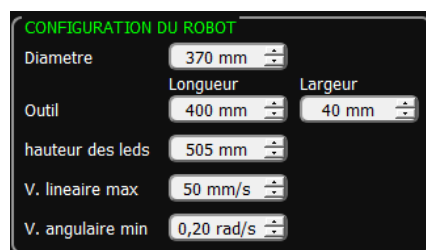


Figure 18: Renseignement des informations du robot

- Le diamètre de la version 2 du Robotino est d'environ 370 mm.
- L'outil correspond au profilé sur lequel sont fixés les capteurs.
- La hauteur de la LED est mesurée à partir du sol jusqu'au sommet de la LED.
- La vitesse linéaire maximale et la vitesse angulaire minimale sont à la discrétion de l'utilisateur. Il pourra s'aider du panneau de contrôle manuel pour les déterminer. L'utilisation de ce panneau sera présentée plus bas.

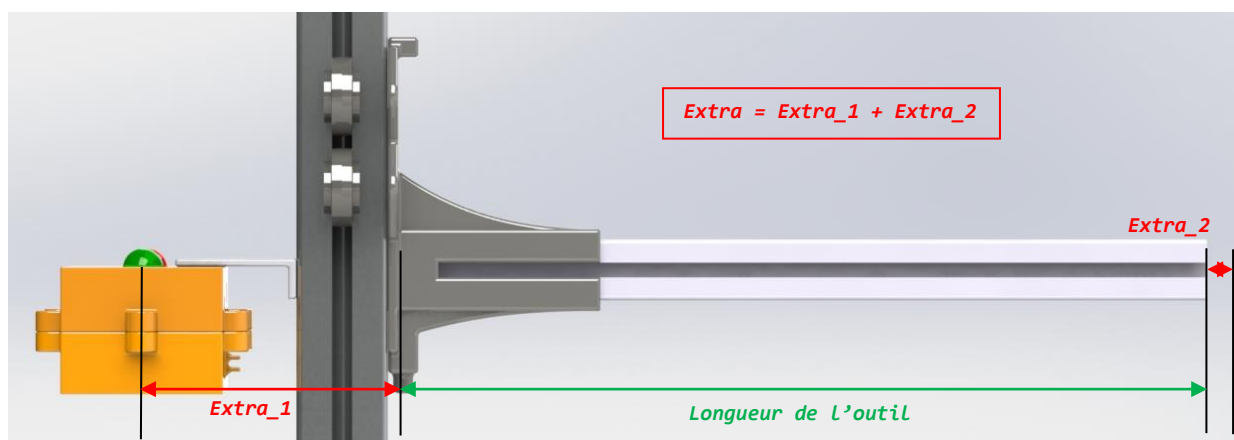


Figure 19

La Figure 19 montre les longueurs à prendre en compte pour un positionnement correct du robot aux environs du point de mesure. La longueur de l'outil correspond au

paramètre qui devra être renseigné dans le groupe **CONFIGURATION DU ROBOT** de l'IHM. A cette longueur, est ajoutée une longueur **Extra** dont le calcul est indiqué sur la Figure 19. La longueur **Extra\_2** correspond au dépassement du capteur qu'il faudra prendre en compte. Ce paramètre **Extra** n'a pas d'entrée sur l'IHM, mais sa valeur peut être modifiée directement dans le fichier **paramIHM.yml**. En effet, il vous suffit d'éditer ce fichier, puis de chercher la ligne commençant par **extra**, et enfin de modifier la valeur associée à cette clé.

#### 4. GROUPE « MOTEUR »

Il permet d'indiquer les paramètres de l'ensemble moteur pas à pas et poulie qui se trouve sur le mât vertical (Figure 20).

Figure 20: Renseignements des paramètres du moteur pas à pas et de sa poulie

- La poulie a un rayon d'environ 11,46 mm
- La précision du moteur correspond à celle qui a été configurée sur la carte de commande du moteur pas à pas. Il est important d'indiquer fidèlement la configuration choisie sur cette carte, car cela aura une influence sur le calcul du nombre d'impulsions nécessaires pour le déplacement des capteurs à la position désirée. Les valeurs indiquées correspondent à :
  - 0.0225 mm/pulsation : division du pas du moteur par 16
  - 0.045 mm/pulsation : division du pas du moteur par 8
  - 0.09 mm/pulsation : division du pas du moteur par 4
  - 0.18 mm/pulsation : division du pas du moteur par 2
  - 0.36 mm/pulsation : division du pas du moteur par 1
- La vitesse linéaire correspond à celle désirée pour la montée des capteurs.
- Le rapport cyclique conditionne la vitesse de rotation du moteur. Plus il est grand, plus le moteur tourne rapidement. Sa valeur est plafonnée à 50 % (consigne issue de la datasheet de la carte de commande du moteur pas à pas).

#### 5. Groupe « TEMPORISATION »

Il permet de configurer les temporisations liées aux mesures (Figure 21).

Figure 21: Zone de réglage des temporisations

- Mesure : correspond à la durée d'une mesure.
- Période : correspond à la fréquence des mesures (mesures prises toutes les secondes par exemple).

- Repos : correspond au temps d'attente avant la prise des mesures. Suite à un déplacement du robot, un temps de repos sera également marqué avant la prise des mesures.

## 6. Groupe « PTS DE MESURES »

Il permet de configurer les pas  $\Delta x$  et  $\Delta y$  des points de mesures au sol (Figure 22).

Figure 22: Zone de réglage des espacements entre les points de mesures

## 7. GROUPE « ZONE DE TRAVAIL »

Il permet de configurer les dimensions de la zone de travail (Figure 23).

Figure 23: Réglage des dimensions de la zone de travail du robot

La dimension X est suivant l'axe x, tandis que la dimension Y est suivant l'axe y. Le repère de la chambre climatique est présenté à la Figure 24.

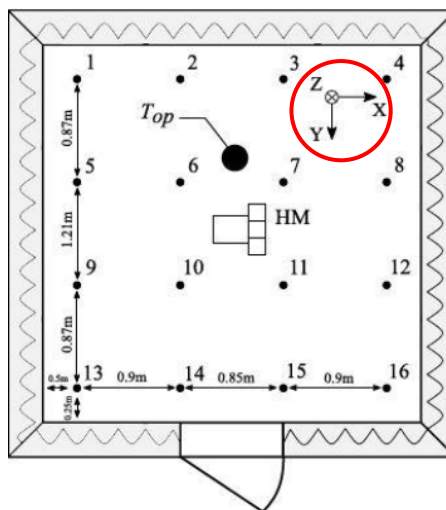


Figure 24: Visualisation du repère de la chambre climatique

## 8. GROUPE « HAUTEURS A ATTEINDRE »

Il permet de configurer les hauteurs de déplacement des capteurs (Figure 25).

Figure 25: Renseignement des hauteurs de mesures

La hauteur minimale autorisée est de 100 mm et la hauteur maximale doit être indiquée en fonction de la limite autorisée (position du capteur de fin de course). L'utilisateur a la possibilité d'enregistrer une liste de hauteurs à atteindre qu'il pourra utiliser au besoin. Il pourra donc utiliser la liste enregistrée ou configurer une nouvelle liste temporaire en sélectionnant l'option **Autres hauteurs**.

Au sein de la liste, les différentes hauteurs doivent être séparées par des points virgules (;). Lorsque l'utilisateur valide sa liste, celle-ci est rangée automatiquement par ordre croissant afin que les mesures puissent être effectuées du bas vers le haut.

## 9. GROUPE « CONTRÔLE MANUEL »

Il permet d'afficher le panneau de contrôle manuel dont l'utilisation est détaillée à la page 23 (Figure 26).

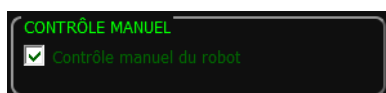


Figure 26

## 10. GROUPE « CALIBRATION »

Il permet d'afficher le panneau de calibration dont l'utilisation est détaillée à la page 26 (Figure 27).

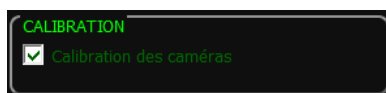


Figure 27

## 11. GROUPE « AVANCEMENT »

Il permet de suivre l'avancement des mesures (Figure 28).



Figure 28: Visualisation de l'avancement des mesures

L'utilisateur aura donc la possibilité de connaître, en temps réel, le nombre de mesures qui ont été effectués, ainsi que le nombre de points au sol qui ont été traités.

## 12. GROUPE « MESSAGES »

Il permet d'afficher certains messages à l'utilisateur (Figure 29).



Figure 29: Visualisation de la zone des messages

L'utilisateur a la possibilité de (dés)activer cette zone de messages en appuyant sur la case à cocher correspondante. Il peut également s'aider du bouton **EFFACER** pour nettoyer cette zone.

### 13. BOUTONS DU PANNEAU FIXE

Ci-dessous, la description de l'utilisation des boutons présentés à la Figure 30.



Figure 30: Boutons du panneau fixe

Comme vous pouvez le voir sur la Figure 30, quand un bouton est activé, il présente des bordures de couleur rouge, tandis qu'elles seront grises s'il est inactif.

- **ROS MAITRE** : il permet à l'utilisateur de lancer le nœud maître ROS. Ce nœud devra être lancé en premier. Il est recommandé à l'utilisateur de démarrer le nœud maître à partir de l'IHM.
- **NŒUDS CONNECTES** : il fournit à l'utilisateur la liste des nœuds actifs.
- **SEUILLAGE** : il permet à l'utilisateur de déterminer un filtre de couleur qui devra être appliqué par le programme afin d'isoler les marqueurs au sol qui faciliteront la reconstruction numérique de la zone de travail du robot. La Figure 31 donne un aperçu de la fenêtre de seuillage. Le code couleur utilisé pour le filtrage est le code HSV (H = Hue | Teinte, S = Saturation | Saturation et V = Value | Valeur).



Figure 31: Visualisation de la fenêtre de seuillage

L'utilisation de l'interface est plutôt simple :

- L'utilisateur choisira la caméra sur laquelle il souhaite opérer.
- Ensuite, il choisira la source d'image qui peut être une image enregistrée (éventuellement prise par la caméra sur laquelle il opère),



ou il pourra directement utiliser la caméra pour acquérir une image à l'instant  $t$ .

- Il devra ensuite choisir de configurer le filtre pour le point de la zone de travail qui sera considéré comme l'origine du repère, ou configurer le filtre pour les autres points de la zone de travail.
- Il pourra utiliser les réglages pour ajuster les différentes valeurs jusqu'à obtenir un résultat satisfaisant.
- Le bouton **RAZ** lui permettra de réinitialiser les valeurs.
- Une fois les réglages terminés, il devra impérativement enregistrer les nouvelles valeurs, sinon le réglage ne sera pas pris en compte par le programme.

La Figure 32 montre un exemple d'isolation des coins de la zone de travail du robot (sans l'origine qui est marqué en bleu). La Figure 33 montre un exemple d'isolation de l'origine.

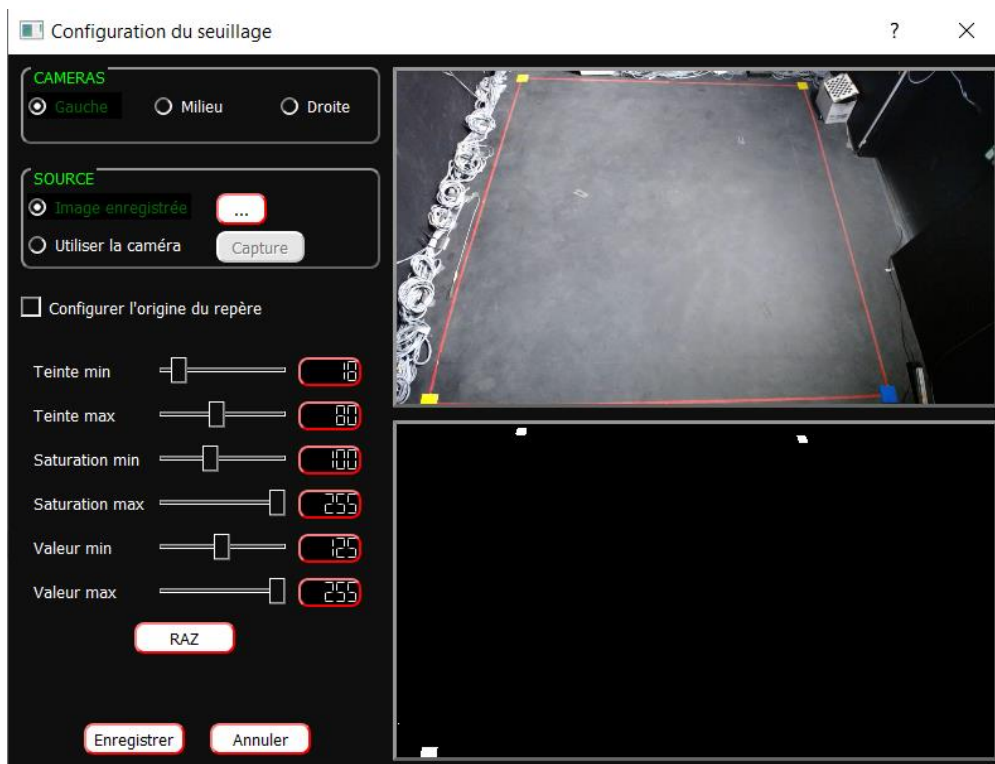


Figure 32: Exemple d'isolation des coins de la zone de travail du robot

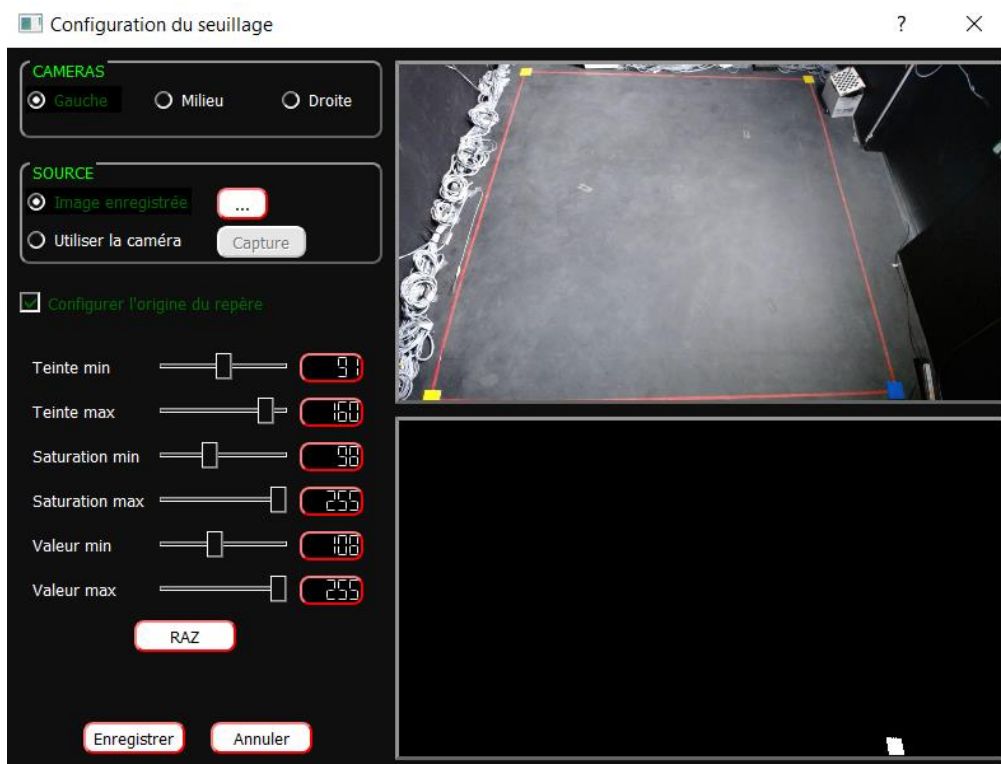


Figure 33: Exemple d'isolation de l'origine de la zone de travail du robot

L'utilisation de la fenêtre de seuillage donnera à l'utilisateur la possibilité de vérifier qu'aucun élément de la chambre ne perturbera la détection de la zone de travail par le programme. Ainsi, les éléments perturbateurs pourront être couverts ou déplacés. La Figure 34 nous montre un exemple où des objets sont placés dans la zone de travail, et ces derniers perturberont la détection des coins de la zone. Ces objets devront donc être déplacés hors du champ de la caméra, ou recouverts pour limiter leur perturbation.

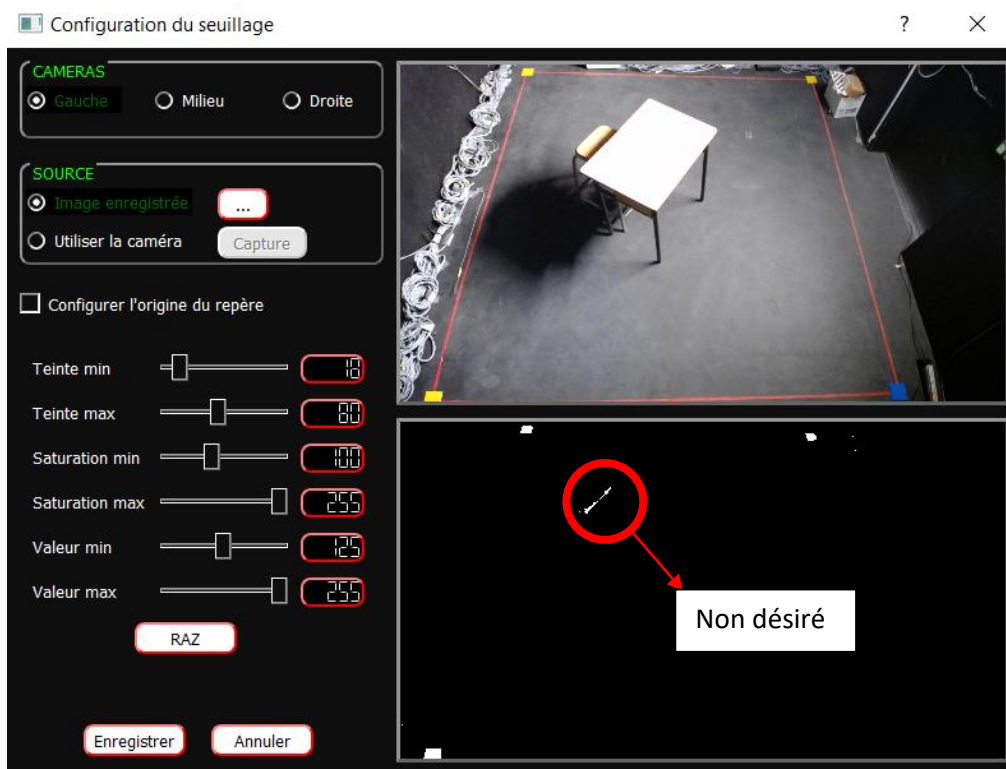


Figure 34: Exemple d'isolation des coins de la zone de travail et présence d'un perturbateur

- **CAMERAS** : ce bouton permettra à l'utilisateur d'obtenir les bons identifiants des caméras. La Figure 35 présente une visualisation de la fenêtre qui s'ouvrira à l'appui de ce bouton.

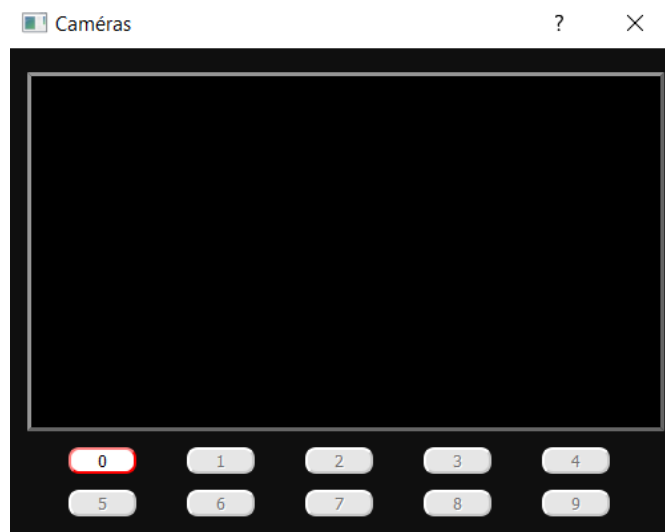


Figure 35: Visualisation de la fenêtre de listing des caméras

On y trouve une fenêtre d'affichage d'image, ainsi que dix boutons qui permettront d'identifier au maximum dix caméras. Sur ces boutons, sont indiqués les identifiants des caméras. Un bouton actif est facilement remarquable grâce à ses bordures rouge. Le nombre de boutons actifs indique le nombre de caméras connectées au PC sur lequel est exécutée l'IHM. Pour identifier la caméra, l'utilisateur devra donc cliquer sur les boutons, et à partir de l'image renvoyée, il pourra en déduire la caméra. Lorsque qu'une caméra est allumée, le bouton devient vert (Figure 36). Elle sera éteinte en cas d'appui sur le même bouton ou sur un autre bouton, ou en cas de fermeture de la fenêtre.



Figure 36

## B. Panneau de visualisation

Il est présenté à la Figure 37.

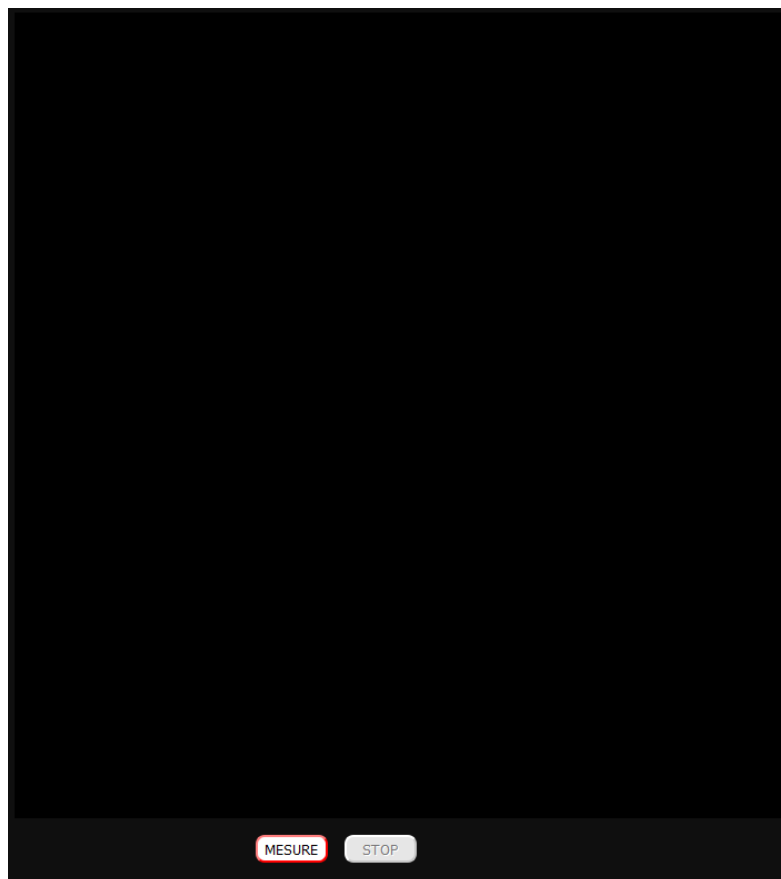


Figure 37: Panneau de "visualisation" de la zone de travail du robot

Ce panneau présente une zone de visualisation où sera affichée une carte représentant la zone de travail du robot. Sur cette carte, l'utilisateur pourra visualiser les points où les mesures devront être effectuées, ainsi que la trajectoire que devra effectuer le robot pour remplir sa mission.

On y trouve également deux boutons :

- Un bouton **MESURE** pour lancer la prise des mesures par le robot
- Un bouton **STOP** pour arrêter la prise des mesures.

### 1. Coup d'œil sur le bouton MESURE

Ce bouton permet à l'utilisateur de lancer la prise des mesures par le robot. Pour cela, lors de l'actionnement de ce bouton, et afin d'éviter des erreurs de manipulation, certaines précautions sont prises pour attirer l'attention de l'utilisateur sur de possibles erreurs ou oublis. Ainsi, suite à l'appui du bouton, il recevra le message de la Figure 38 s'il a oublié de définir un nom de projet (ce dernier étant utile pour pouvoir enregistrer les mesures qui seront acquises), sinon, il verra directement le message de la Figure 39.

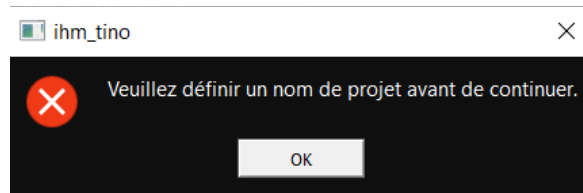


Figure 38

Chaque fois qu'une série de mesure devra être prise, des étapes de calibration des caméras et de la zone de travail seront effectuées :

- La calibration des caméras consistera en la détermination des matrices de rotation et de translation pour le passage du repère de la caméra vers le repère réel. L'utilisateur devra donc veiller à ce que les ID des caméras soient correctement renseignés.
- La calibration de la zone de travail est une étape importante du processus. Cette étape consistera à isoler la zone de travail. Pour cela, les cibles présentes aux coins de la zone de travail devront pouvoir être facilement isolées (choix des couleurs).

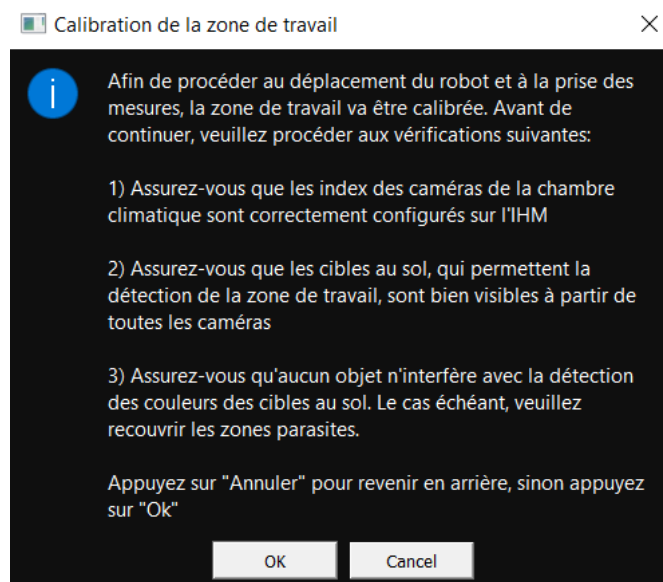


Figure 39

Une vérification de la validité des caméras sera également effectuée. La Figure 40 montre un type d'alerte qui pourra être émis en cas de problème (l'utilisateur a également la possibilité d'identifier la caméra dont il est question). On peut y voir deux types de messages :

- Un message qui alerte l'utilisateur sur l'absence du fichier de calibration de la caméra concernée. Ce fichier devrait se trouver dans le dossier `../config/Camera_xxx/` et se nomme `intrinseques_camera_xxx.yml` (où `xxx` = *droite, gauche ou milieu*). S'il n'est pas présent, alors l'utilisateur devra procéder à la calibration de la caméra.
- Un message qui alerte l'utilisateur sur l'invalidité de l'ID d'une caméra. Un ID invalide signifie qu'aucune caméra n'est connectée à cet ID. L'utilisateur devra donc vérifier que les bons ID ont été renseignés.

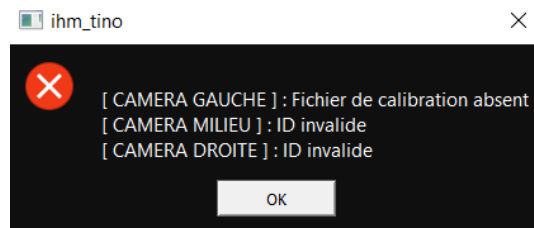


Figure 40

La liste des hauteurs de positionnement des capteurs sera également contrôlée. En effet, dû à une limitation physique, le système mécanique fixé sur le Robotino a été configuré de telle sorte que la valeur minimale de la hauteur soit de 100 mm. Ainsi, si l'utilisateur fournit une donnée qui est inférieure à cette limitation, il recevra le message de la Figure 41.

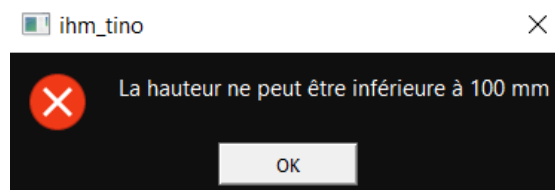


Figure 41

Ensuite, une vérification est faite afin de savoir si les nœuds utiles ont été lancés. En cas de problèmes, l'utilisateur recevra au moins un des messages des Figure 42, Figure 43 et Figure 44 . Ces nœuds sont :

- Le nœud maître : à lancer sur le PC sur lequel l'IHM est utilisée. Ce nœud doit être lancé à partir de l'IHM. En effet, s'il est démarré d'une autre façon, l'IHM ne le détecte pas dans la liste des processus de Windows. L'origine du problème est inconnue.
- Les nœuds `pc_controller_node` et `intermediary_node` (PC)
- Les nœuds `sensor_node` et `motor_mast_node` (Raspberry Pi)

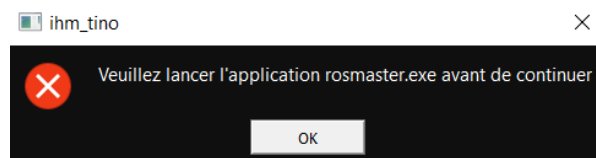


Figure 42

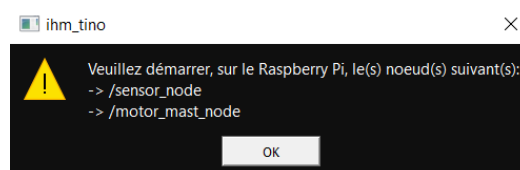


Figure 43

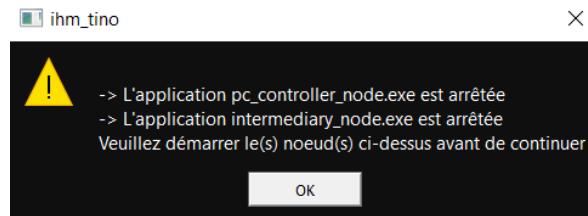


Figure 44

Une fois les contrôles effectués, le programme procédera à la génération de la carte de déplacement du robot et au démarrage du processus d'acquisition des données. La Figure 45 montre la capture d'un exemple d'acquisition en cours.

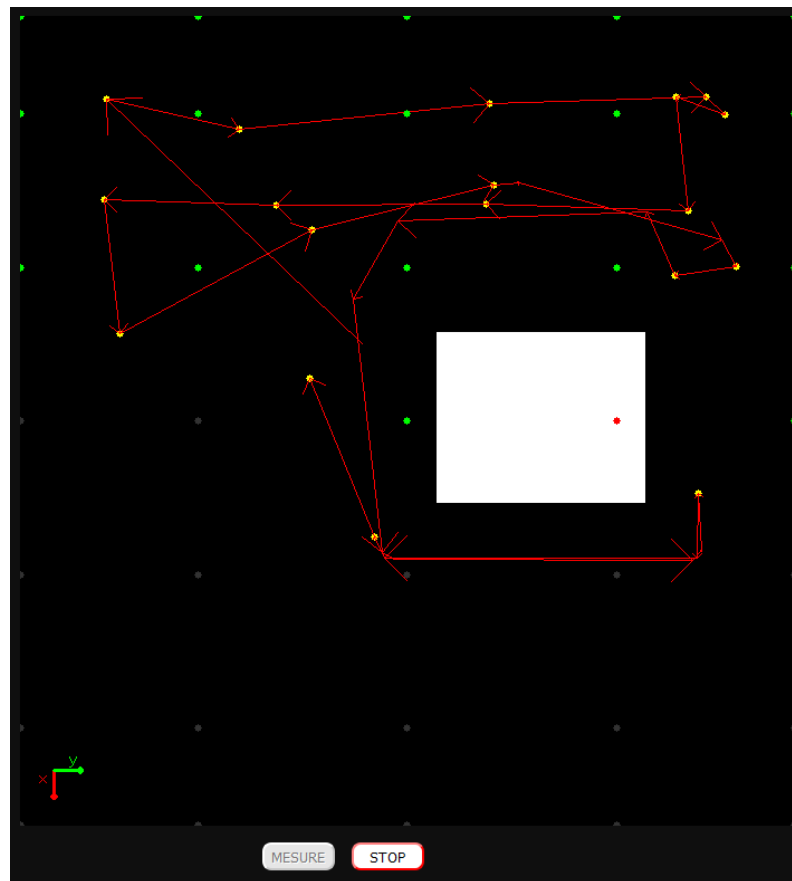


Figure 45: Exemple d'une acquisition en cours

Les éléments figurants sur la Figure 45 sont :

- Les points verts représentent les points où les mesures ont été effectuées.
- Les points gris représentent ceux où les mesures n'ont pas encore été effectuées.
- Les points jaunes représentent les points de positionnement du robot.
- Les points rouges sont ceux qui sont inatteignables par le robot.
- La zone blanche représente la zone d'obstacle.
- Les flèches rouges modélisent la trajectoire du robot d'un point jaune vers un autre. La trajectoire est générée de façon aléatoire tout en tenant compte des obstacles et du gabarit du robot. La trajectoire est complétée au fur et à mesure de l'avancement du robot.

Une fois que les mesures ont été effectuées, l'utilisateur pourra retrouver les données dans le fichier **xxx.xlsx** (où **xxx = nom du projet**) se trouvant dans le dossier **../projects**. La Figure 46 montre la capture d'un exemple de fichier de sauvegarde des mesures. Le fichier Excel qui a été généré possède deux feuilles de calculs :

- Une feuille nommée **raw\_data** dans laquelle seront sauvegardées toutes les données brutes (Figure 46).
- Une feuille nommée **reduce\_data** dans laquelle seront sauvegardées les valeurs moyennes des données et leur écart-type (Figure 47).

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		<b>Point (x,y)(mm)</b>	<b>Hauteur (mm)</b>	<b>Temps Température (s)</b>	<b>Température (°)</b>	<b>Temps Vitesse (s)</b>	<b>Vitesse (m/s)</b>
3		(0 ; 0)	100	0,000450963	20,59880829	0,000461	0,105635934
4			100	1,000057936	20,84533691	1,000063777	0,148908153
5			100	2,000063419	20,83143044	2,000067234	0,166217208
6			100	3,000068665	20,59977913	3,000070095	0,138428003
7			100	4,000072479	20,05468369	4,000078201	0,137335077
8			100	5,000079155	20,11388969	5,000080585	0,13619256
9			100	6,000083923	20,67490578	6,000085831	0,100524686
10			115	0,000378241	20,67397499	0,000381445	0,167727649
11			115	1,000379682	20,28207588	1,000388622	0,14675124
12			115	2,00038743	20,25658035	2,000389099	0,134041041
13			115	3,000390291	20,73859024	3,000391722	0,159042493
14			115	4,000392914	20,1053791	4,000394344	0,104168974
15			115	5,000398159	20,2340889	5,000400066	0,16442965
16			115	6,000399113	20,44458961	6,000400543	0,105990097
17		(0 ; 637)	100	0,000155908	20,60137939	0,000159612	0,125980631
18			100	1,000155687	20,21362305	1,000157475	0,108505435
19			100	2,000159264	20,52683449	2,000161171	0,171732172
20			100	3,000160217	20,36413383	3,000161648	0,101768687
21			100	4,000164032	20,34786034	4,000165939	0,103655495
22			100	5,000165939	20,68899536	5,00016737	0,130458981
23			100	6,000169754	20,12993813	6,000171185	0,131346568
24			115	0,000502389	20,3245182	0,000505778	0,143751964
25			115	1,000504732	20,69321632	1,000506401	0,143859804
26			115	2,000505924	20,23941422	2,000507116	0,156696662
27			115	3,000509977	20,6176281	3,000511885	0,10632205
28			115	4,000515461	20,02527428	4,000516891	0,100849926
29			115	5,000515938	20,21181107	5,000517368	0,10968361
30			115	6,000520229	20,10448456	6,00052166	0,120435663
31			100	0,000214778	20,37668991	0,000218222	0,14428705

Figure 46: Exemple d'un fichier de mesures

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		<b>Point (x,y)(mm)</b>	<b>Hauteur (mm)</b>	<b>Température (°)</b>	<b>écart-type (°)</b>	<b>Vitesse (m/s)</b>	<b>écart-type (m/s)</b>
3		(0 ; 0)	100	20,36081505	0,278578907	0,12812008	0,015951851
4			115	20,38066292	0,239399269	0,133407801	0,028399553
5		(0 ; 637)	100	20,38273239	0,199563116	0,116807431	0,014114636
6			115	20,2397995	0,227972448	0,109322809	0,007148869
7		(0 ; 1387)	100	20,39628029	0,18146202	0,135543793	0,025120769
8			115	20,33020782	0,265337616	0,133880302	0,024461396
9		(0 ; 2137)	100	20,52838326	0,249694631	0,144749716	0,01452438
10			115	20,59990692	0,366313785	0,111241683	0,005367451
11		(0 ; 2774)	100	20,83473396	0,116009705	0,136368901	0,00694072
12			115	20,18935585	0,140950143	0,147391677	0,010954323
13		(350 ; 2774)	100	20,29642487	0,33729738	0,159839585	0,006716641
14			115	20,59840012	0,345123321	0,165672332	0,009483653
15		(350 ; 2137)	100	20,48505211	0,419044316	0,134678051	0,033539806
16			115	20,37050056	0,064186238	0,146357164	0,016917476
17		(350 ; 1387)	100	20,42491913	0,252792031	0,13472344	0,016186863
18			115	20,47153091	0,279672235	0,145635486	0,02074266
19		(350 ; 637)	100	20,48009491	0,277591228	0,139578089	0,035187893
20			115	20,53207779	0,215375766	0,145410702	0,020115646
21		(350 ; 0)	100	20,59552383	0,312987894	0,124324948	0,019411795
22			115	20,50396919	0,320740938	0,110566348	0,00189676
23		(900 ; 0)	100	20,54210472	0,30782637	0,136324316	0,025762187
24			115	20,30743408	0,115085311	0,169749036	0,00499762
25		(900 ; 637)	100	20,49847412	0,291637599	0,127816617	0,012055641
26			115	20,40213394	0,29846409	0,146519825	0,015764685
27		(900 ; 1387)	100	20,52553749	0,264358193	0,136780038	0,023202714
28			115	20,48021698	0,206625491	0,141332775	0,018145259
29		(900 ; 2137)	100	20,10029984	0,061763234	0,129664138	0,016516017
30			115	20,73054123	0,21100983	0,136193737	0,018656552
31		(900 ; 2774)	100	20,34805107	0,160203874	0,131314814	0,027080219

Figure 47: Exemple d'un fichier de mesures

## C. Panneau de contrôle manuel

Il est présenté à la Figure 48.



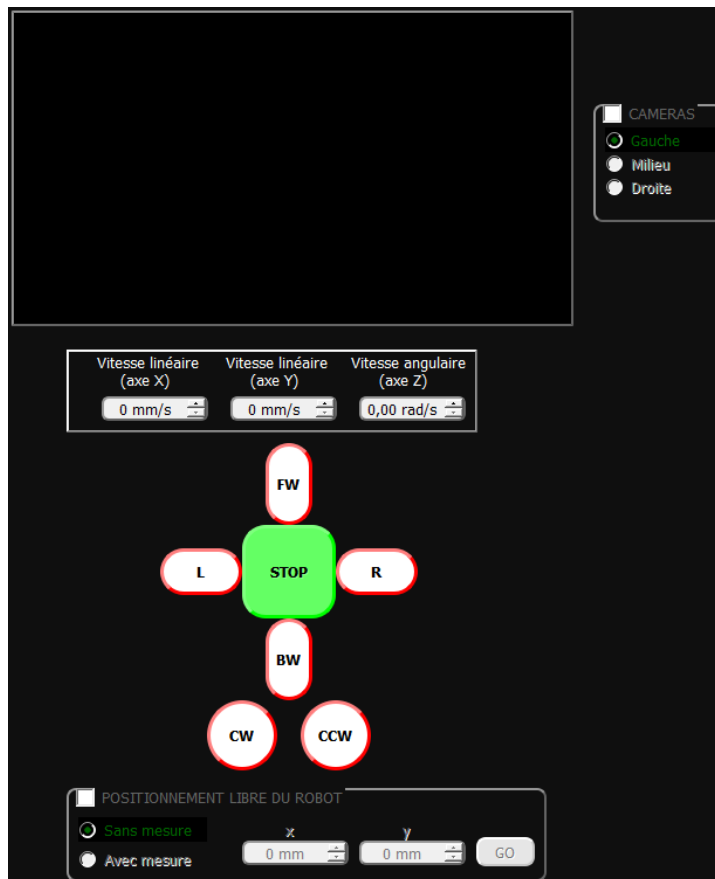


Figure 48: Visualisation du Panneau de contrôle manuel

Ce panneau présente, de gauche à droite et du bas vers le haut :

- Une zone d’affichage, qui permettra de visualiser, en temps réel, le flux de sortie de la caméra sélectionnée.
- Le bloc **CAMERAS**, qui permet à l’utilisateur de sélectionner une caméra s’il a besoin de visualiser le déplacement du robot. La sélection des caméras n’est possible que si le bloc est activé via la case à cocher de ce dernier.
- Un bloc de réglage des vitesses désirées pour le déplacement du robot. Les axes X, Y et Z se réfèrent à ceux du robot<sup>1</sup> (Figure 49).

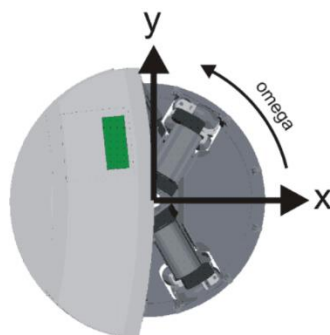


Figure 49: Repère du Robotino

L’utilisation des axes se fait de la manière suivante :

- Axe X : déplacement du robot vers l’avant ou vers l’arrière.
- Axe Y : déplacement du robot vers la gauche ou vers la droite.
- Axe Z : rotation du robot autour de son axe de rotation.

<sup>1</sup> Source de l’image : [https://doc.openrobotino.org/download/RobotinoView/fr/robotino\\_omnidrive.htm](https://doc.openrobotino.org/download/RobotinoView/fr/robotino_omnidrive.htm)

- Un « joystick », qui permet de déplacer le robot selon la direction choisie.
  - **FW (Forward)** : déplacement vers l'avant.
  - **BW (Backward)** : déplacement vers l'arrière.
  - **L (Left)** : déplacement du robot vers la gauche.
  - **R (Right)** : déplacement du robot vers la droite.
  - **CW (Clockwise)** : rotation du robot dans le sens des aiguilles d'une montre.
  - **CCW (Counter Clockwise)** : rotation du robot dans le sens inverse des aiguilles d'un montre.
  - **STOP** : arrêt du robot.

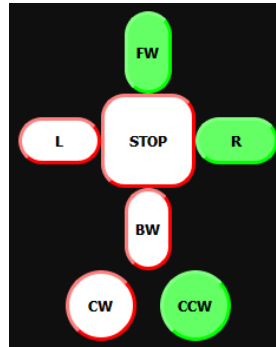


Figure 50: Visualisation du joystick

Comme vous pouvez le voir sur la Figure 50, lorsque le mouvement a lieu dans un sens, le bouton correspondant est marqué en vert. Pour annuler le mouvement, l'utilisateur peut simplement cliquer sur le bouton en question ou il peut arrêter le déplacement du robot en appuyant sur le bouton **STOP**. Pour pouvoir commander le déplacement du robot, les applications **rosmaster.exe**, **pc\_controller\_node.exe** et **vel\_node.exe** devront préalablement être en cours d'exécution, sinon l'utilisateur sera alerté par un message comme celui de la Figure 51.

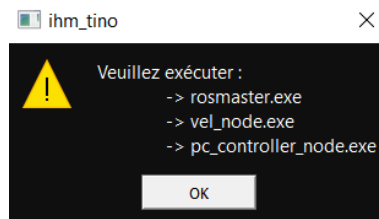


Figure 51

- Le bloc **POSITIONNEMENT LIBRE DU ROBOT** : il permet à l'utilisateur de déplacer le robot vers un unique point. Ce bloc est présenté à la Figure 52.



Figure 52

Lorsqu'il est sélectionné, le joystick est désactivé automatiquement. L'utilisateur a la possibilité de positionner le robot sans effectuer de mesure, ou avec prise de mesure. Il devra renseigner les coordonnées du point à atteindre, puis le bouton **GO** lui permettra d'exécuter le déplacement du robot. Si des mesures doivent être effectuées, le résultat sera sauvegardé dans le fichier **free\_robot\_position.xlsx** qui se trouvera dans le dossier **projects**.

## D. Panneau de calibration

Un visuel est présenté à la Figure 53. Il sert à procéder, si besoin, à la calibration des caméras.

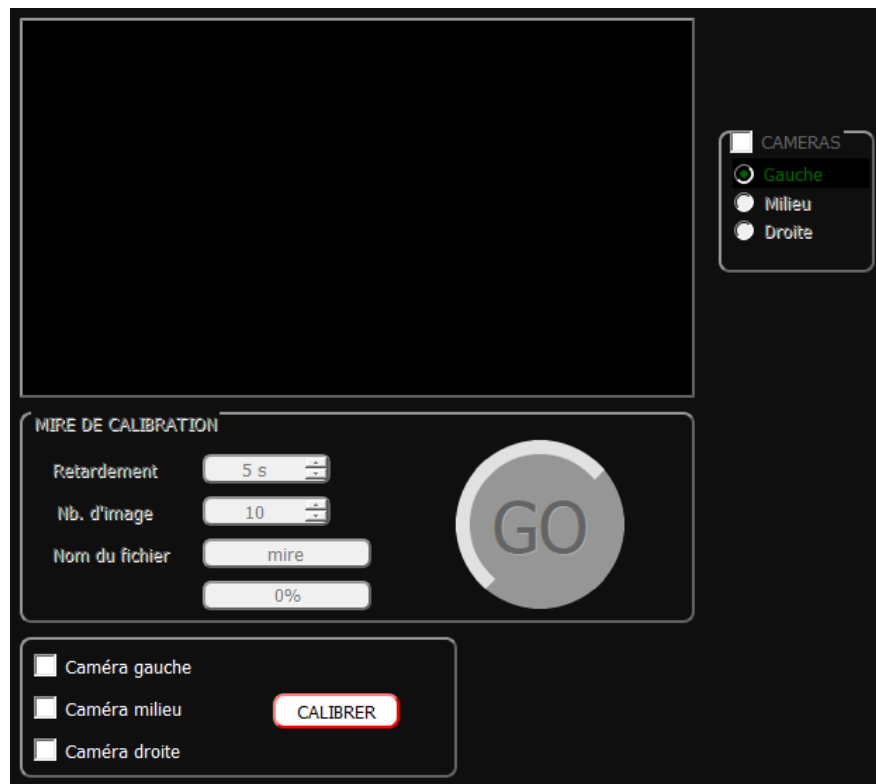


Figure 53: Panneau de calibration

On y trouve, en allant du haut vers le bas et de la gauche vers la droite :

- Une zone d'affichage, qui permettra de visualiser, en temps réel, le flux de sortie de la caméra sélectionnée.
- Le bloc **CAMERAS**, qui permet à l'utilisateur de sélectionner une caméra. L'utilisateur devra activer les caméras s'il a besoin d'utiliser bloc **MIRE DE CALIBRATION**.
- Le bloc **MIRE DE CALIBRATION** permet à l'utilisateur de faire plusieurs captures de la mire de calibration à partir de la caméra sélectionnée. Une copie de la mire de calibration se trouve dans le dossier **others** sous le nom **camera\_calibration\_pattern\_9x6.pdf** (vous pouvez le retrouver également [ici](#)<sup>2</sup>). En cas d'impression d'une nouvelle mire de calibration, l'utilisateur devra veiller à :
  - Ne pas étirer l'image de façon non proportionnelle au risque de rendre rectangulaire les carreaux de l'échiquier, ce qui aura pour conséquence de fausser la calibration des caméras.
  - Vérifier que les côtés d'un carreau sont bien égaux et noter cette valeur dans le fichier **pattern\_config.yml** qui se trouve dans le dossier **others**.
  - Si la source de l'échiquier est autre que celle fournie dans ce document, l'utilisateur devra relever le nombre de coins sur la longueur et la largeur de l'échiquier. La Figure 54 montre la capture d'une partie d'un échiquier sur lequel a été marqué les coins qui ont intérêt pour la

<sup>2</sup> Mire de calibration : <https://github.com/opencv/opencv/blob/4.x/doc/pattern.png>

calibration, à savoir, ceux qui sont communs à deux carreaux de même couleur. Le nombre de coins sur la longueur et sur la largeur de l'échiquier devront également être reportés dans le fichier **pattern\_config.yml** (la Figure 55 montre une capture du contenu de ce fichier).

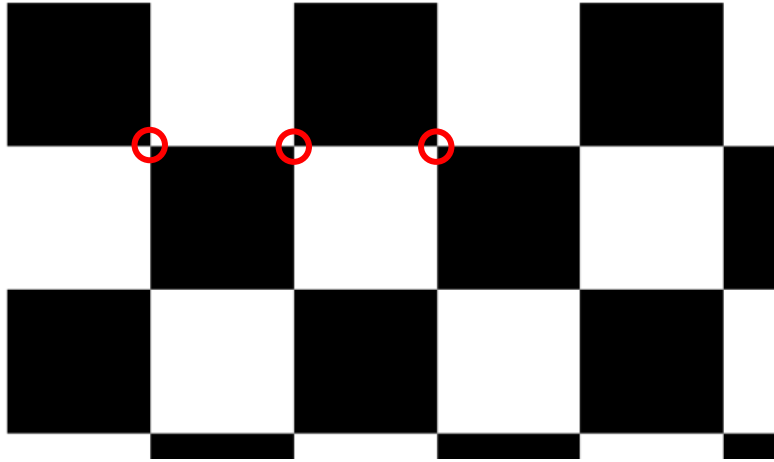


Figure 54

```

1  %YAML:1.0
2  ---
3  checkerboard_square_size: 23 # Longueur, en mm, du côté d'un carreau de l'échiquier
4  checkerboard_corner_width: 9 # Nombre de coins sur la longueur de l'échiquier
5  checkerboard_corner_height: 6 # Nombre de coins sur la largeur de l'échiquier
6

```

Figure 55

Les éléments du bloc **MIRE DE CALIBRATION** sont :

- Le **Retardement** : qui permet à l'utilisateur d'indiquer un temps d'attente entre la capture de deux images. Le temps minimal est de 5s.
- **Nb d'image** : qui permet à l'utilisateur d'indiquer le nombre d'images qu'il souhaite acquérir. Le nombre minimal est de 10 images.
- **Nom du fichier** : qui permet à l'utilisateur d'indiquer un nom sous lequel seront enregistrées les images acquises.
- **Une jauge** qui permet de suivre l'avancement des captures.

Il faut également préciser que, en cas d'acquisition de nouvelles images de la mire de calibration, celles qui se trouvent dans le dossier **../images/Camera\_xxx/Chessboard\_Images** (où **xxx** = **droite**, **gauche** ou **milieu**) seront supprimées et remplacées par les nouvelles images.

- Et pour finir, un bloc qui permet à l'utilisateur de choisir la (ou les) caméra(s) à calibrer.

Lorsque l'utilisateur appui sur le bouton de calibrage, certains messages d'alerte sont susceptibles d'être affichés. Si le message est celui de la Figure 56, il faudra créer un fichier nommé **pattern\_config.yml** dans le dossier **others**, puis y insérer les informations comme indiqué à la Figure 55 (en mettant les valeurs numériques adéquates (selon la mire de calibration utilisée)).

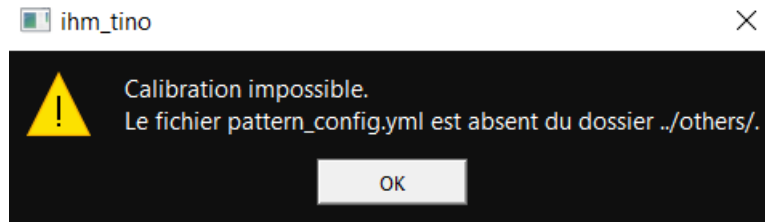


Figure 56

Si le message est celui de la Figure 57, alors cela peut être dû à une erreur de manipulation du fichier ***pattern\_config.yml***. Dans ce fichier, les données sont stockées sous forme de couple clé + valeur. La clé permet d'accéder à la valeur de la donnée. D'une part, il faudra s'assurer que les trois clés renseignées sont les suivantes : ***checkerboard\_square\_size***, ***checkerboard\_corner\_width*** et ***checkerboard\_corner\_height***. Si l'une des clés est incorrecte, cela entraînera le message de la Figure 57. D'autre part, si les clés sont correctes, alors il faudra vérifier que les valeurs correspondantes sont des nombres entiers strictement positifs.

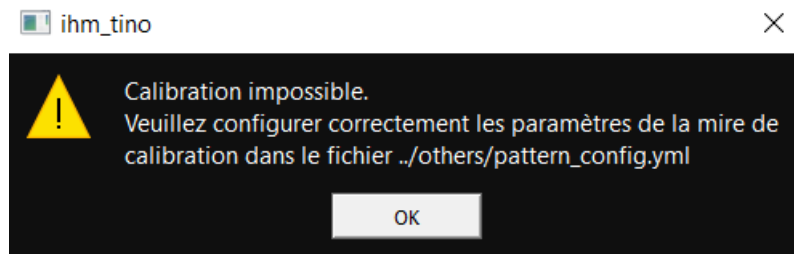


Figure 57

# **INSTALLATION**

## IV. INSTALLATION

### A. Installation côté PC

L'installation consiste à télécharger, sur Github, tous les fichiers nécessaires au bon fonctionnement de l'application. Avant de procéder au téléchargement des fichiers, exécutez les points suivants :

- Vérifier si ROS est installé sur le PC sur lequel l'application sera exécutée. Le cas échéant, veuillez procéder à l'installation en suivant la procédure décrite [ici](#)<sup>3</sup>.
- Si ROS est installé, alors vous trouverez sur le bureau un raccourci nommé *ROS\_xxx* (xxx = *noetic* ou *melodic*) que vous devez exécuter. Ce raccourci permet de lancer une invite de commandes qui a été configurée pour travailler avec les commandes fournies par l'environnement ROS.

Une fois les deux points ci-dessus exécutés, l'installation se fait en saisissant les commandes comme suit (dans l'invite de commandes qui a été ouverte précédemment) :

- `cd %USERPROFILE%/Bureau`
- `git clone https://github.com/padawan51/IHM\_ROBOTINO\_CC.git`

Cette procédure permettra l'installation du dossier **IHM\_ROBOTINO\_CC** qui sera localisé sur le bureau et qui contiendra les sous-dossiers suivants :

- **bin** : vous y trouverez l'application *ihm\_tino.exe* qui permet de lancer l'IHM, ainsi que les applications *pc\_controller\_node.exe*, *intermediary\_node.exe* et *vel\_node.exe* qui permettront de d'exécuter les nœuds utiles pour la communication entre le PC, le Raspberry Pi et le Robotino. Il y a également des fichiers *.dll* utiles au fonctionnement de l'application.
- **config** : où seront stockés, entre autres, les paramètres des caméras (paramètres intrinsèques et extrinsèques).
- **images** : où seront stockées les images de calibration des caméras.
- **others** : qui contiendra des fichiers de sauvegardes de données renseignées dans l'IHM.
- **projects** : où seront stockés les résultats de mesures effectuées.
- **scripts** : qui contient le script *setup.bat* (utile pour démarrer le nœud maître. Ce script sera généré automatiquement par le programme chaque fois que l'utilisateur modifiera l'adresse IP du PC au niveau de l'IHM).

Vous devez ensuite procéder à la mise en place des nœuds ROS, côté PC, qui permettront la communication avec le Raspberry Pi et le Robotino. Pour cela, procédez en saisissant les commandes suivantes dans l'invite de commandes *ROS\_xxx* (xxx = *noetic* ou *melodic*) qui a été ouverte précédemment :

- `cd %userprofile%/Bureau/`
- `git clone https://github.com/padawan51/ClimateRoomInstallScript.git`
- `cd ClimateRoomInstallScript`
- `ros_cr_install_project.bat`

Suite à l'exécution du script *ros\_cr\_install\_project.bat*, vous retrouverez dans le disque C:\ un dossier nommé **ROS\_WS** contenant un sous-dossier nommé *climate\_room\_project\_pc*. C'est dans ce dernier que vous trouverez les exécutables qui

<sup>3</sup> Installation de ROS sur Windows : <http://wiki.ros.org/Installation/Windows>

permettront de démarrer les nœuds, côté PC, utiles au projet. Vous y trouverez également les fichiers source de ces nœuds. Les exécutables dont il est question sont : **pc\_controller\_node.exe**, **intermediary\_node.exe** et **vel\_node.exe**. Ce sont ces derniers que vous retrouverez dans le sous-dossier **bin** du dossier **IHM\_ROBOTINO\_CC** qui a été téléchargé précédemment. Ainsi, si vous êtes emmenés à modifier les fichiers source correspondant à ces nœuds, ce qui entraînera la modification des exécutables correspondant lors de la compilation, vous devez par la suite copier les exécutables modifiés dans le dossier **bin** précité.

Si vous souhaitez apporter des modifications sur l'IHM, les fichiers source peuvent être récupérés à l'adresse<sup>4</sup> indiquée.

## B. Installation côté Raspberry Pi

Le fonctionnement global du projet nécessite également d'installer, sur le Raspberry Pi, des fichiers qui permettront la communication avec le PC. Pour cela, nous vous indiquons ci-dessous la marche à suivre :

- Vérifier que VNC viewer est présent sur le PC (l'application a normalement été installée et devrait être disponible sur le bureau. La Figure 58 vous montre l'icône correspondante). Si l'icône n'est pas présente sur le bureau, effectuez une recherche de VNC viewer en utilisant l'outil de recherche de Windows. Si l'application est présente, exécutez-la, sinon elle peut être téléchargée [ici](#)<sup>5</sup>.

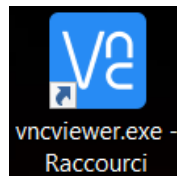


Figure 58: Icône de VNC viewer

- Lorsque VNC viewer est lancé, vous obtenez le visuel de la Figure 59. Avant d'utiliser la zone de saisie pour chercher le Raspberry Pi, vous devez vous assurer que le PC et le Raspberry Pi sont sur le même réseau. La procédure de configuration d'un réseau Wifi sur le Raspberry Pi est décrite en **ANNEXE A**. En suivant la procédure de l' **ANNEXE A**, configurez la connexion sur le réseau du Robotino, ainsi que sur un réseau Wifi pouvant se connecter à Internet (le Wifi d'un téléphone par exemple. Vous pourrez par la suite supprimer ce réseau, mais pour le téléchargement des fichiers, vous aurez besoin d'une connexion Internet). Procédez aux manipulations suivantes :
  - Dans un premier temps, vous devez connecter le PC et le Raspberry Pi sur le réseau Wifi du Robotino tout en désactivant tous les autres réseaux Wifi sur lesquels le Raspberry pourra se connecter automatiquement. L'idée étant de prioriser la connexion au Wifi du Robotino afin de relever les adresses IP fournies au PC et au Raspberry Pi.
  - Une fois les connexions établies, utilisez un scanner d'adresses IP comme celui disponible [ici](#)<sup>6</sup>, s'il n'est pas déjà présent sur le PC (chercher **Advanced IP Scanner** en utilisant l'outil de recherche de Windows). Une utilisation de ce scanner est présentée en **ANNEXE B**. Relever les adresses IP correspondants à celui du PC et à celui du Raspberry Pi, car vous en

<sup>4</sup> Code source : [https://github.com/padawan51/projet\\_robotino\\_INSA\\_Rennes.git](https://github.com/padawan51/projet_robotino_INSA_Rennes.git)

<sup>5</sup> Téléchargement de VNC viewer client : <https://www.realvnc.com/fr/connect/download/viewer/>

<sup>6</sup> Téléchargement d'un scanner IP : <https://www.advanced-ip-scanner.com/fr/>



aurez besoin pour la suite (Si le nom du Raspberry Pi apparaît également dans la liste des résultats du scanner, notez-le car vous en aurez besoin pour vous connecter au Raspberry à partir de VNC viewer).

- Eteignez le Robotino (afin que le réseau Wifi de ce dernier ne perturbe pas la connexion du Raspberry sur le réseau lié à Internet), redémarrez le Raspberry Pi et modifiez la connexion Wifi du PC afin d'être sur le même réseau que la carte Pi.

A ce stade, vous devez être en possession de :

- L'adresse IP du PC (obtenu par le réseau Wifi du Robotino)
- L'adresse IP du Raspberry Pi (obtenu également via le réseau Wifi du Robotino)
- Le nom du PC (voir **ANNEXE C** pour obtenir le nom du PC).
- Et si possible, le nom du Raspberry Pi.

Pour utiliser l'interface graphique du Raspberry Pi à partir de VNC viewer, saisissez le nom de la carte (si ce nom a été défini) ou l'adresse IP dans la zone de saisie de VNC viewer. La carte qui a été utilisée pour le projet a été nommée RobotinoPi. Si ce nom ne fournit aucun résultat, vous devez utiliser l'adresse IP.

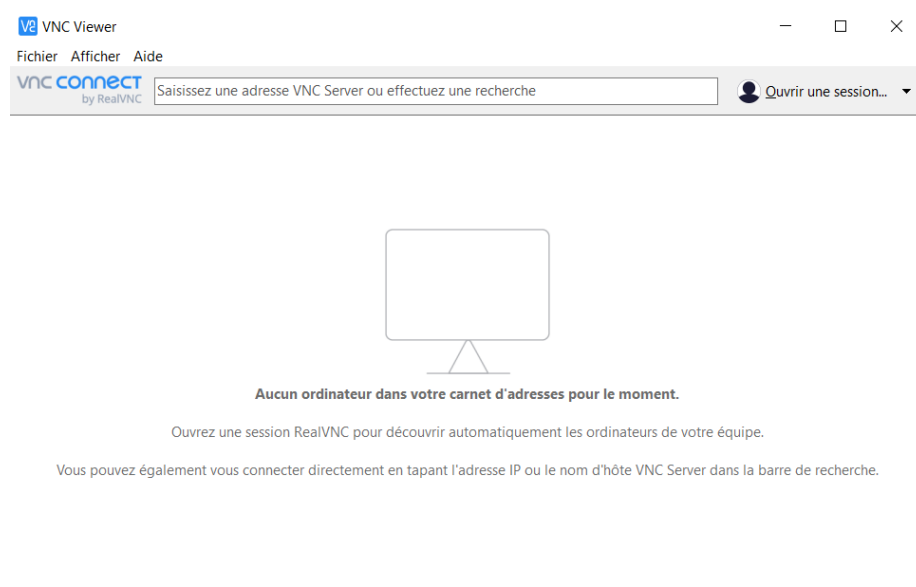


Figure 59: Accueil VNC viewer

- Si le nom (ou l'adresse IP) renseigné(e) est valide, une fenêtre d'authentification apparaît (Figure 60). Le nom d'utilisateur est **pi** et le mot de passe est **robotinopi**.

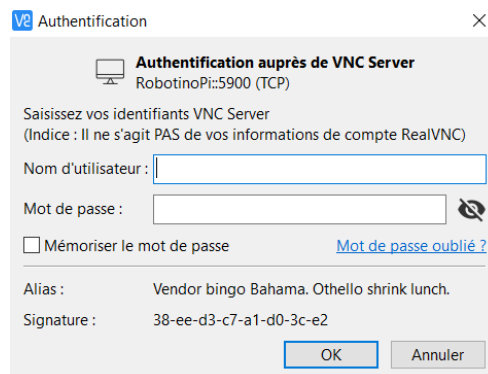


Figure 60: Fenêtre d'authentification auprès de VNC server

- Une fois connecté, le visuel de la Figure 61 est obtenu.

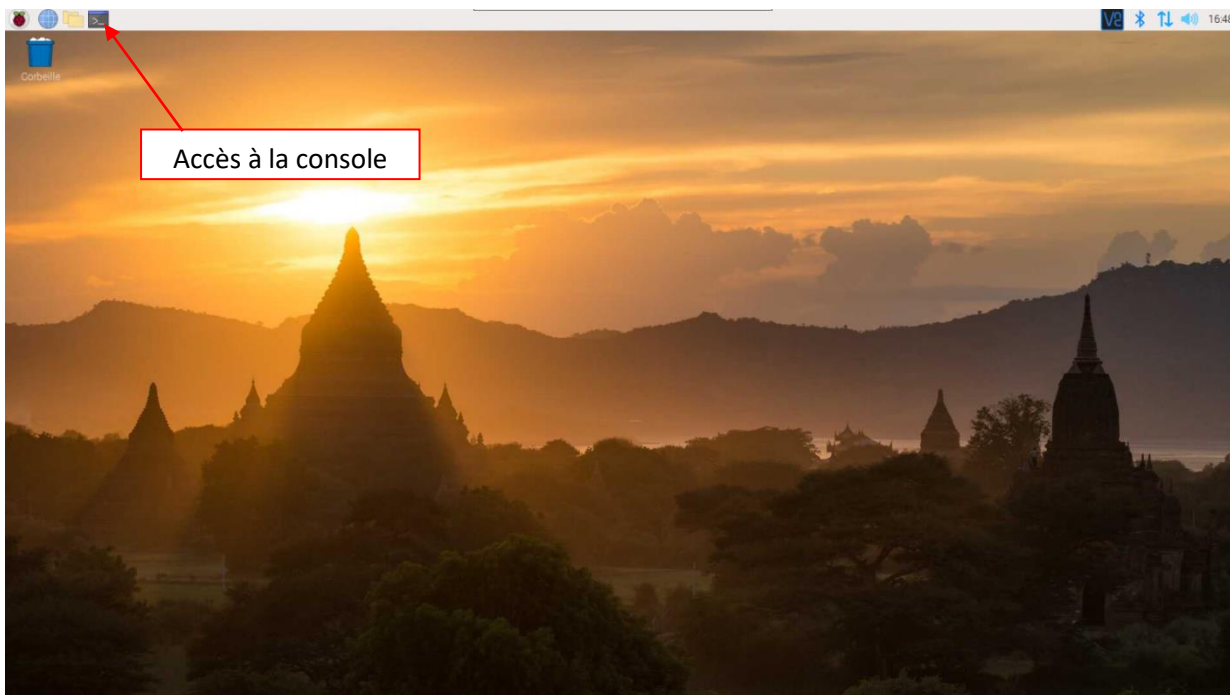


Figure 61: Bureau du Raspberry Pi

- Accédez à la console comme indiqué à la Figure 61.
- Saisissez les commandes suivantes :
  - `cd /home/pi/Desktop`
  - `git clone https://github.com/padawan51/ClimateRoomInstallScript.git`
    - Explication : cette commande permettra d'installer, sur le bureau de l'utilisateur *pi*, un dossier nommé *ClimateRoomInstallScript*, qui contient deux scripts d'installations des fichiers et applications nécessaires au projet. Le script qui sera utilisé pour l'installation sur le Raspberry pi se nomme *setup\_cr\_project.bash*.
  - `sudo chmod -R +x ClimateRoomInstallScript/`
    - Explication : cette commande permettra de changer les droits d'exécution des fichiers présents dans le dossier *ClimateRoomInstallScript*. Sans cela, vous ne pourrez pas exécuter le script d'installation du projet.
  - `sudo su`
    - Explication : cette commande permet d'utiliser la console en mode *super utilisateur*. Il est important d'être dans ce mode, car un fichier de l'utilisateur *root* sera modifié pour y insérer des raccourcis de commandes.
  - `cd /home/pi/Desktop/ClimateRoomInstallScript`
    - Explication : cette commande vous permet de vous placer dans le dossier qui contient le script qui sera utilisé pour l'installation du projet.
  - `./setup_cr_project.bash`
    - Explication : vous lancerez ainsi l'exécution du script. Lors de l'exécution du script, il vous sera demandé de renseigner l'adresse IP du PC, le nom du PC et l'adresse IP du Raspberry Pi. Les adresses IP demandées sont celles obtenues lorsque le PC et le Raspberry Pi sont connectés sur le réseau Wifi du Robotino.
    - Que fait ce script ? Lors de l'exécution de ce script, il y aura ajout de certains alias de commande dans le fichier *.bashrc* des utilisateurs *pi* et *root* pour faciliter l'expérience utilisateur. Le

fichier **hosts** du dossier **/etc** sera également modifier afin d'ajouter le PC dans la liste d'adresses pouvant se connecter au Raspberry Pi. Afin d'utiliser les ports GPIO du Raspberry Pi au sein des programmes écrits en C++, la bibliothèque **pigpio** a été choisie. Ainsi, si elle n'est pas déjà présente sur le Raspberry Pi, elle sera installée lors de l'exécution du script. Enfin, le dossier (nommé **climate\_room\_project**) contenant les nœuds ROS utiles au projet sera importé du dépôt distant github et installé dans un dossier nommé **ROS\_WS** qui sera localisé dans le dossier utilisateur **/home/pi**.

#### Alias de commandes utiles :

Comme précisé plus haut, lors de l'exécution du script d'installation du dossier-projet de la chambre climatique sur le Raspberry Pi, quelques alias de commandes ont été ajoutés le fichier de configuration de la console (fichier **.bashrc**). Chaque utilisateur possède un fichier qui lui est propre. Ainsi, les raccourcis pouvant être utiles sont :

- Utilisateur **pi** :
  - **stop** : alias pour la commande « **sudo shutdown -h now** ». Il permet d'arrêter le Raspberry Pi.
  - **root** : alias pour la commande « **clear && sudo su** ». Il permet de se connecter en mode super utilisateur
  - **climate\_room\_dir** : alias pour la commande « **cd /home/pi/ROS\_WS/climate\_room\_project** ». Il permet de se rendre rapidement dans le dossier du projet.
- Utilisateur **root** :
  - **stop** : (voir ci-dessus)
  - **climate\_room\_dir** : (voir ci-dessus)
  - **motor** : alias pour la commande « **clear && rosrun project\_node motor\_mast\_node** ». Il permet de lancer le nœud ROS qui gère le déplacement du moteur pas à pas fixé sur le mât vertical.
  - **sensor** : alias pour la commande « **clear && rosrun project\_node sensors\_node** ». Il permet de lancer le nœud ROS qui gère l'acquisition des mesures par les capteurs.
  - **climate\_room\_launch** : alias pour la commande « **roslaunch project\_node climate\_room\_nodes.launch** ». Il permet de lancer, en une seule fois, les deux nœuds ci-dessus.

## V. GUIDE DE LANCEMENT

Dans ce chapitre, l'utilisateur trouvera une sorte de check-list qui lui permettra de lancer une manipulation pour l'acquisition des données des capteurs. La lecture du présent chapitre suppose que tous les fichiers nécessaires ont été correctement installés. Vous devez donc :

- Mettre sous tension le Robotino.
- Dès que le Robotino est prêt, s'assurer que le PC est connecté au Wifi de ce dernier.
- Lancer l'application **ihm\_tino.exe** qui se trouve dans le sous-dossier **bin** du dossier **IHM\_ROBOTINO\_CC**.
- A l'ouverture de l'IHM, procéder aux opérations suivantes :
  - Renseigner un nom de projet.
  - Renseigner l'adresse IP du PC (il sera inutile de renseigner celui du Robotino).
  - S'assurer que les caméras sont bien connectées au PC. Si c'est le cas, alors renseigner les ID des caméras.
  - Vérifier les configurations dans le groupe **CONFIGURATION DU ROBOT** du panneau fixe de l'IHM.
  - Vérifier les paramètres du groupe **MOTEUR** du panneau de configuration de l'IHM.
  - Régler les temporisations si nécessaires.
  - Configurer les différents pas pour la génération des points de mesures.
  - Vérifier les dimensions de la zone de travail.
  - Renseigner la liste des hauteurs à atteindre.
- Démarrer le nœud maître à partir de l'IHM.
- Démarrer les nœuds **pc\_controller\_node** et **intermediary\_node**.
- Mettre sous-tension le Raspberry Pi (la carte SD doit être installée sur le Raspberry Pi).
- A l'aide de l'outil VNC, se connecter au Raspberry Pi, puis procéder aux opérations suivantes (Si la connexion au Raspberry Pi est impossible, cela peut être dû au fait que le réseau Wifi du Robotino n'a pas été correctement configuré sur le Raspberry Pi) :
  - Ouvrir une console et se connecter en mode super utilisateur avec la commande **root**.
  - Si le nœud maître est actif, exécuter la commande **climate\_room\_launch** qui lancera les nœuds **motor\_mast\_node** et **sensors\_node**. Pour lancer les deux nœuds dans des consoles séparées, alors il suffira d'ouvrir deux consoles et se connecter en mode super utilisateur. Dans l'une des consoles, exécuter la commande **motor** pour lancer le nœud **motor\_mast\_node**, et dans l'autre console, exécuter la commande **sensor** pour lancer le nœud **sensors\_node**.
- Si tous les nœuds ont bien été démarrés, lancer l'acquisition des mesures grâce au bouton **MESURE** du panneau de visualisation.
- Utiliser le bouton **STOP** pour arrêter les mesures au besoin.

Lorsque l'acquisition des mesures est déclenchée, l'IHM va être bloquée quelques minutes. Pas d'inquiétudes, c'est le temps pour elle de procéder aux calculs pour la détection d'obstacles, génération de la carte, génération de la trajectoire et lancement des mesures.

Voilà, vous y êtes arrivés. 😊 **ENJOY YOUR IHM. Vaneck** 😊

## **ANNEXES**

## ANNEXE A : Configuration d'un réseau WiFi sur le Raspberry Pi

Il est possible de configurer un ou plusieurs réseaux Wifi sur le Raspberry Pi, ainsi, s'il y a besoin de se connecter sur un réseau en particulier, veuillez à désactiver les autres réseaux. Il est proposé de configurer le réseau Wifi du Robotino comme premier réseau, et vous aurez également besoin d'un (ou plusieurs) réseau(x) secondaire(s) pour pouvoir utiliser Internet.

Dans le cas où vous n'avez aucune connaissance des réseaux configurer sur le Raspberry Pi, il vous est possible de réinitialiser la liste des réseaux sur lesquels la carte pourra se connecter. Pour cela, vous devez suivre la procédure suivante :

- Récupérez la carte SD du Raspberry Pi et connectez-la sur un PC
- Ouvrez le disque représentant la carte SD
- Créez un fichier nommé **wpa\_supplicant.conf** dans la carte SD, puis l'ouvrir avec un éditeur de texte (notepad++ par exemple) et y copier le texte suivant :

```
country=fr
update_config=1
ctrl_interface=var/run/wpa_supplicant

network={
    scan_ssid=1
    ssid= « nom_du_réseau_wifi »
    psk= « clé_de_sécurité ou mot_de_passe »
    key_mgmt=NONE
}
```

- Si aucune clé de sécurité ou aucun mot de passe n'est requis pour accéder au réseau, il sera inutile d'indiquer la ligne du psk.
- Si la clé est de type WEP au lieu de WPA/WPA2, la ligne key\_mgmt devra être renseignée.
- Plusieurs réseaux différents peuvent être configurés en rajoutant des blocks **network** pour chaque réseau.

Dans le cas où vous êtes connecté au Raspberry Pi et souhaitez ajouter un réseau Wifi, il vous suffira de modifier le fichier **wpa\_supplicant.conf** se trouvant dans le dossier **/etc /wpa\_supplicant** en y insérant les informations sur le réseau comme précédemment.

## ANNEXE B : Utilisation du scanner d'adresse IP

Ci-dessous, est présenté un exemple d'utilisation de l'outil **Advanced IP Scanner**.

- A l'ouverture du logiciel, vous obtiendrez le visuel de la Figure 62

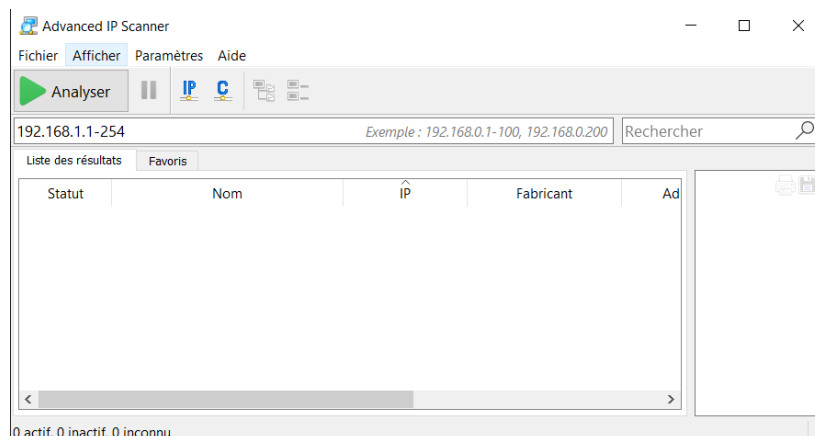


Figure 62: Advanced IP Scanner

- Dans la barre d'adresses IP, il suffit d'indiquer une plage de recherche des adresses IP présentes sur le réseau. Pour une meilleure recherche, il est important de se baser sur le masque réseau. Par exemple, avec un masque de 255.255.255.0, sur un réseau local d'adresse 192.168.1.xxx, la plage de recherche ira de 192.168.1.1 à 192.168.1.255 (plage qui peut être notée 192.168.1.1-255). On peut restreindre cette plage par exemple à 192.168.1.25 à 192.168.1.35 (plage qui peut être notée 192.168.1.25-35), etc.
- Après avoir définie la plage de recherche des adresses IP, il suffit d'appuyer sur **Analyser**. Un exemple de résultat est présenté à la Figure 63. Uniquement les appareils qui sont connectés au réseau sont affichés.

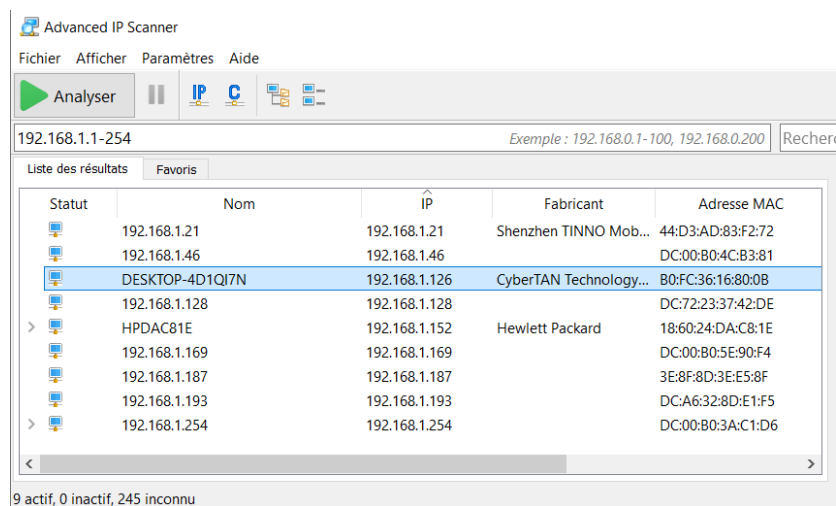


Figure 63: Exemple d'un résultat de scan d'IP

## ANNEXE C : Obtention du nom du PC

Si vous ne savez pas comment obtenir le nom du PC, vous pouvez suivre la procédure suivante :

- Ouvrir l'invite de commandes de Windows (utiliser l'outil de recherche comme indiqué à la Figure 64).

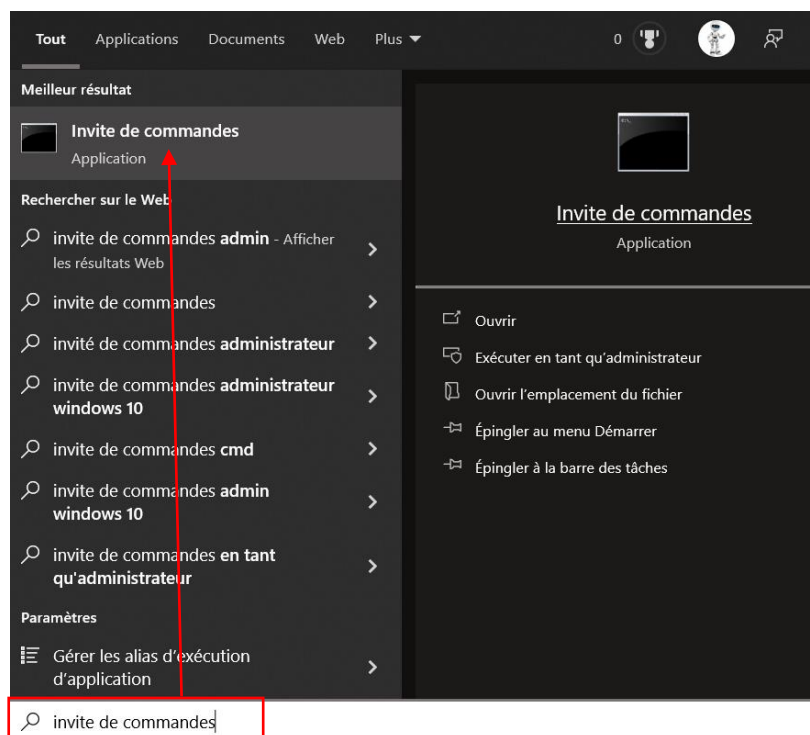


Figure 64

- A l'ouverture de l'invite de commandes, saisir la commande **set computername**, puis valider. Noter le nom du PC (Figure 65).

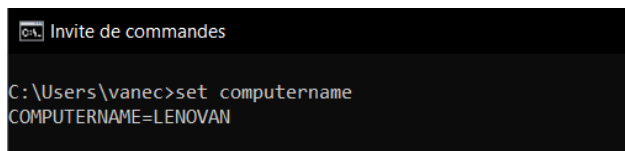


Figure 65